



**SKRIPSI**

**SANTON TERPRENILASI DARI KULIT BATANG  
*Garcinia tetrandra* Pierre (WADUNG)**

**FAIZA DLATUZ ZUHRA  
NRP. 1413 100 055**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Taslim Ersam**

**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017**



**SCRIPT**

**PRENYLATED XANTHONES FROM THE STEM BARK  
OF *Garcinia tetrandra* Pierre (WADUNG)**

**FAIZA DLATUZ ZUHRA  
NRP. 1413100055**

**Advisor Lecturer  
Prof. Dr. Taslim Ersam**

**CHEMISTRY DEPARTMENT  
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA**

**2017**

**SANTON TERPRENILASI DARI KULIT BATANG**  
*Garcinia tetrandra* Pierre (WADUNG)

**SKRIPSI**

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Sains

Departemen Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Oleh:

**FAIZA DLATUZ ZUHRA**  
**NRP 1413 100 055**

Surabaya, 28 Juli 2017

DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017

## LEMBAR PENGESAHAN

### SANTON TERPRENILASI DARI KULIT BATANG *Garcinia tetrandra* Pierre (WADUNG)

### SKRIPSI

**FAIZA DLATUZ ZUHRA**  
**NRP 1413 100 055**


Surabaya, 28 Juli 2017

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing,

  
Prof. Dr. Taslim Ersam

NIP. 19520816 197903 1 004

Mengetahui,  
Kepala Departemen Kimia,

  
Prof. Dr. Didik Prasetyoko, M. Sc

NIP. 19710616 199703 1 002



## **SANTON TERPRENILASI DARI KULIT BATANG *Garcinia tetrandra* Pierre (WADUNG)**

Nama : Faiza Dlatuz Zuhra  
NRP : 1413100055  
Departemen : Kimia  
Dosen Pembimbing: Prof. Dr. Taslim Ersam

### **ABSTRAK**

*Garcinia tetrandra* Pierre adalah salah satu spesies dari famili *Cluceaceae* yang telah diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder, khususnya santon. Pada penelitian ini, dua senyawa santon telah berhasil diisolasi dari kulit batang *Garcinia tetrandra* Pierre yaitu parvifolisanton C (1) dan kalabasanton (2). Isolasi dua senyawa tersebut dilakukan dengan maserasi menggunakan diklorometana kemudian dilanjutkan dengan fraksinasi menggunakan metode kromatografi kolom, kromatografi cair vakum dan kromatografi radial. Penentuan struktur kedua senyawa tersebut berdasarkan hasil analisis spektroskopi IR, UV,  $^1\text{H}$  NMR dan  $^{13}\text{C}$  NMR.

**Kata Kunci:** *Garcinia tetrandra* Pierre, santon

## **PRENYLATED XANTHONES FROM THE STEM BARK OF *Garcinia tetrandra* Pierre (WADUNG)**

Name : Faiza Dlatuz Zuhra  
NRP : 1413100055  
Department : Chemistry  
Advisor : Prof. Dr. Taslim Ersam

### **ABSTRACT**

*Garcinia tetrandra* Pierre is one of the species from family *Clusiaceae* which have been known containing secondary metabolites compounds, especially xanthenes. In this research, two xanthenes were isolated from the stem bark of *Garcinia tetrandra* Pierre, there are parvifolixanthone C (**1**) and calabaxanthone (**2**). The two compounds were isolated using maceration with dichloromethane and followed by fractionation using column chromatography, vakum liquid chromatography and radial chromatography. The structure of the compounds were elucidated based on spectroscopy data of IR, UV,  $^1\text{H}$  NMR and  $^{13}\text{C}$  NMR.

**Keywords:** *Garcinia tetrandra* Pierre, xanthone

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirobbil'alamin*. Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga naskah skripsi yang berjudul “**Santon Terprenilasi dari Kulit Batang *Garcinia tetrandra* Pierre (Wadung)**” dapat diselesaikan dengan baik. Tulisan ini tidak akan terwujud dengan baik tanpa bantuan dan dukungan dari semua pihak. Untuk itu penulis sangat berterima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Taslim Ersam selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama proses penyusunan naskah Skripsi ini.
2. Prof. Dr. Didik Prasetyoko, M.Sc selaku Kepala Departemen Kimia atas fasilitas yang telah diberikan hingga naskah Skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Petugas Taman Nasional Meru Betiri (TNMB) yang telah membantu dalam pengambilan sampel *Garcinia tetrandra* Pierre.
4. Kedua orang tua yang selalu memberikan semangat, dukungan dan doa untuk saya.
5. Sahabat-sahabatku Leli, Putri, Iza dan Nisa serta teman seperjuangan Astried dan Ubai yang selalu memberikan semangat untuk saya.
6. Rekan-rekan Laboratorium Kimia Bahan Alam dan Sintesis serta teman-teman mahasiswa Kimia ITS angkatan 2013 atas semua bantuan, semangat dan doanya.

Semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, 28 Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
BAB I .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Permasalahan.....	3
1.3    Hipotesis.....	3
1.4    Tujuan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1    Tinjauan Genus <i>Garcinia</i> .....	5
2.2    Tinjauan Kimiawi Santon.....	6
2.3    Tinjauan Kimiawi Genus <i>Garcinia tetrandra</i> Pierre...9	
2.4    Metode Pemisahan dan Pemurnian .....	11
2.4.1 Ekstraksi .....	11
2.4.2 Fraksinasi.....	13
2.4.3 Uji Titik Leleh .....	15
2.5    Karakterisasi.....	16
2.5.1. Spektroskopi UV .....	16
2.5.2. Spektroskopi IR.....	17



2.5.3. Spektroskopi NMR.....	17
BAB III METODOLOGI PERCOBAAN .....	19
3.1 Alat .....	19
3.2 Bahan.....	19
3.3 Prosedur kerja.....	19
3.2.1 Ekstraksi dan isolasi.....	19
3.2.2 Elusidasi Sruktur.....	21
BAB IV .....	22
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	23
4.1 Isolasi Senyawa Santon dari Ekstrak Diklorometan Kulit Batang <i>Garcinia tetrandra</i> Pierre.....	23
4.1.1 Uji Pendahuluan .....	23
4.1.2 Ekstraksi dan Fraksinasi .....	24
4.1.3 Uji Kemurnian .....	27
4.2 Elusidasi Struktur .....	28
4.2.1 Penentuan struktur Senyawa 1.....	28
4.2.2 Penentuan Struktur senyawa 2.....	37
BAB V .....	47
KESIMPULAN DAN SARAN .....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
Lampiran 1: Skema Kerja .....	55
Lampiran 2: Tabel data Spektroskopi Senyawa .....	59

<i>Lampiran 3: Spektra <math>^1\text{H}</math> NMR dan <math>^{13}\text{C}</math> NMR.....</i>	<i>61</i>
<i>Lampiran 4: Spektra IR.....</i>	<i>65</i>
<i>Lampiran 6: Surat identifikasi Tumbuhan <i>Garcinia tetrandra</i> Pierre.....</i>	<i>67</i>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>68</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Jalur biogenesis beberapa Senyawa dari <i>Garcinia tetrandra</i> Pierre.....	4
Gambar 4. 1	Kromatogram uji pendahuluan dengan eluen pelarut tunggal a. n-heksan, b. CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , c. EtOAc dan d. Metanol.....	23
Gambar 4. 2	Kromatogram hasil KCV dalam EtOAc : n-heksan 20% .....	24
Gambar 4. 3	Kromatogram padatan a. dari fraksi A23 dan A24 b. Dari fraksi B22, B23 dan B24 dengan eluen 20% EtOAc : n-heksan .....	25
Gambar 4. 4	Kromatogram fraksi gabungan E1-E8 dengan eluen 20% EtOAc : n-Heksan.....	25
Gambar 4. 5	Kromatogram hasil sephadex fraksi E4 dalam eluen 20% EtOAc:n-Heksan.....	26
Gambar 4. 6	Kromatogram hasil KKG fraksi EB 3 dengan eluen 20% EtOAc : n-heksan.....	26
Gambar 4. 7	Kromatogram hasil sephadex Fraksi EC/5/3. eluen 50 % CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> : n-heksan .....	27
Gambar 4. 8	Uji tiga eluen senyawa 1 a. eluen CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> :n-heksan (7:3), b. EtOAc: n-heksan (2:8), c. MeOH:CHCl <sub>3</sub> (19:1).....	28
Gambar 4. 9	Uji tiga eluen senyawa 2 a. eluen EtOAc : CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (1:19), b. CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> : n-heksan (9:1), c. CHCl <sub>3</sub> : n-heksa (1:1) .....	28
Gambar 4. 10	Spektrum UV Senyawa 1 dengan pelarut MeOH .....	29
Gambar 4. 11	Spektrum UV Senyawa 1 dengan pelarut MeOH + pereaksi geser NaOH.....	30

Gambar 4. 12	Kesetimbangan keto-enol pada senyawa fenolat akibat penambahan basa NaOH.....	30
Gambar 4. 13	Spektrum UV Senyawa 1 dengan pelarut MeOH + pereaksi geser $\text{AlCl}_3$ dan $\text{HCl}$ .....	31
Gambar 4. 14	Spektrum IR senyawa 1 dalam pelet KBr.....	32
Gambar 4. 15	Saran struktur senyawa 1 berdasarkan Spektroskopi UV dan IR.....	32
Gambar 4. 16	Spektra $^1\text{H}$ NMR Senyawa 1 dalam $\text{CDCl}_3$ .....	33
Gambar 4. 17	Spektra $^{13}\text{C}$ NMR Senyawa 1 dalam $\text{CDCl}_3$ .....	33
Gambar 4. 18	Spektrum UV Senyawa 2 dengan pelarut MeOH.....	38
Gambar 4. 19	Struktur gugus hidroksi berposisi para terhadap karbonil.....	38
Gambar 4. 20	Spektrum UV Senyawa 2 dengan pelarut MeOH + pereaksi geser NaOH.....	39
Gambar 4. 21	Spektrum UV Senyawa 2 dengan pelarut MeOH + pereaksi geser $\text{AlCl}_3$ dan $\text{HCl}$ .....	40
Gambar 4. 22	Spektrum IR senyawa 2 dalam pelet KBr.....	41
Gambar 4. 23	Spektra $^1\text{H}$ NMR Senyawa 2 dalam $\text{CDCl}_3$ .....	42
Gambar 4. 24	Spektra $^{13}\text{C}$ NMR Senyawa 2 dalam $\text{CDCl}_3$ .....	42
Gambar 4. 25	Saran jalur biogenesik pembentukan senyawa santon dalam <i>Garcinia tetrandra</i> Pierre baru dengan senyawa 1 dan 2 .....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1	Perbandingan $^{13}\text{C}$ NMR dan $^1\text{H}$ NMR senyawa 1 dengan parvifolisanton C.....	35
Tabel 4. 2	Perbandingan senyawa 2 dengan kalabasanton....	45

*Karya ini ku persembahkan untuk  
Ibu, Bapak dan kedua Kakakku tercinta  
Teman-teman Laboratorium Kimia Bahan Alam dan Sintesis ITS dan  
Teman-teman Kimia Angkatan 2013 ITS (Anorthite)*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang memiliki wilayah hutan hujan tropis yang besar. Karena hal ini, Indonesia menjadi negara dengan keanekaragaman hayati yang tinggi (Ersam, 2001). Terdapat setidaknya 25.000 jenis atau sekitar 10% jenis flora di dunia ada di Indonesia. Selain itu, terdapat juga sekitar 35.000 atau 40% jenis lumut dan ganggang yang merupakan endemik Indonesia (Moega, 2001). Kekayaan flora ini membuat Indonesia juga kaya akan berbagai jenis tumbuhan tingkat tinggi. Tumbuhan tingkat tinggi merupakan sumber dari senyawa metabolit primer dan sekunder. Senyawa metabolit primer adalah senyawa yang selalu ada pada semua jenis tumbuhan tingkat tinggi, sedangkan senyawa metabolit sekunder hanya terdapat pada jenis tumbuhan tertentu saja yang berguna untuk sistem pertahanan diri tumbuhan tersebut. Adapun senyawa metabolit sekunder yang biasa digunakan sebagai obat meliputi senyawa santon, flavonoid, kumarin, benzofenon dan lain-lain (Sumaryono, 1999).

Salah satu tumbuhan tingkat tinggi yang menghasilkan senyawa metabolit sekunder adalah dari famili *Clusiaceae* atau biasa dikenal dengan keluarga manggis-manggis. Banyak senyawa metabolit sekunder khususnya turunan santon yang telah berhasil diisolasi dari tumbuhan anggota famili *Clusiaceae* ini (Kubitzki, 2007). Terdapat 40 genus dan 1000 spesies tumbuhan yang termasuk kedalam famili *Clusiaceae*. Salah satu genus utama dari famili *Clusiaceae* ini adalah genus *Garcinia* (Heyne, 1987). Genus *Garcinia* tersebar diseluruh dunia dan banyak ditemukan di hutan hujan tropis wilayah Afrika barat dan Asia

tenggara termasuk Indonesia (Ampofo,1986). Dari penelitian sebelumnya pada tumbuhan dari genus *Garcinia* telah banyak didapatkan senyawa metabolit sekunder golongan fenolat seperti flavonoid, benzofenon dan santon. Dimana senyawa-senyawa tersebut aktif sebagai antifungal, antimikrobial, antioksidan, antimalaria, antiinflamasi dan anti HIV (Merza,2004 dan Lannang,2005).

Salah satu spesies dari genus *Garcinia* yang belum banyak diteliti adalah *Garcinia tetrandra* Pierre, dimana tumbuhan ini merupakan endemik Indonesia yang dapat ditemukan di Taman Nasional Meru Betiri Jember Jawa Timur. Masyarakat sekitar lebih mengenal tumbuhan ini dengan sebutan “Wadung”. Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang *Garcinia tetrandra* Pierre yang dilakukan oleh kelompok penelitian laboratoriu kimia bahan alam jurusan Kimia FMIPA ITS pada tahun 2005 telah didapatkan beberapa senyawa metabolit sekunder yang merupakan turunan santon dari kayu batang, kayu akar dan kulit akar tumbuhan ini (Astuti,2005; Wijayanto, 2006 dan Maulina,2006; Rizani, 2006; Meilani, 2006 dan Riyanto,2006).

Adapun senyawa turunan santon yang telah berhasil diisolasi dari *Garcinia tetrandra* Pierre ini meliputi senyawa santon teroksigenasi, terprenilasi dan santon yang tersiklisasi membentuk cincin piran atau furan. Sebagai contoh santon teroksigenasi adalah 1,3,6,7-tetrahidroksidanton (**14**) yang telah diisolasi dari bagian kayu akar *G. tetrandra* Pierre (Purwaningsih,2006), santon terprenilasi contohnya adalah 1,3,6-trihidroksi-7-metoksi-4,8-diprenilsanton (**19**) yang diisolasi dari bagian kulit akar (Rizani,2006) dan contoh santon tersiklisasi adalah 1,3,5-tridihroksi-(6,7)-kromanosanton (**20**) yang diisolasi bagian kayu akar (Riyanto,2006).



Dari senyawa turunan santon yang telah ditemukan, dapat disarankan jalur biogenesis pembentukan senyawa santon dari *Garcinia tetrandra* Pierre yang dapat dilihat pada Gambar 1.1. Apabila ditinjau dari jalur biogenesisnya, masih terdapat peluang ditemukannya senyawa santon lain atau senyawa santon yang belum diketahui dalam isolasi *Garcinia tetrandra* Pierre. Oleh karena itu, untuk melengkapi data jalur biogenesis tersebut perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada tumbuhan *G. tetrandra* Pierre.

## **1.2 Permasalahan**

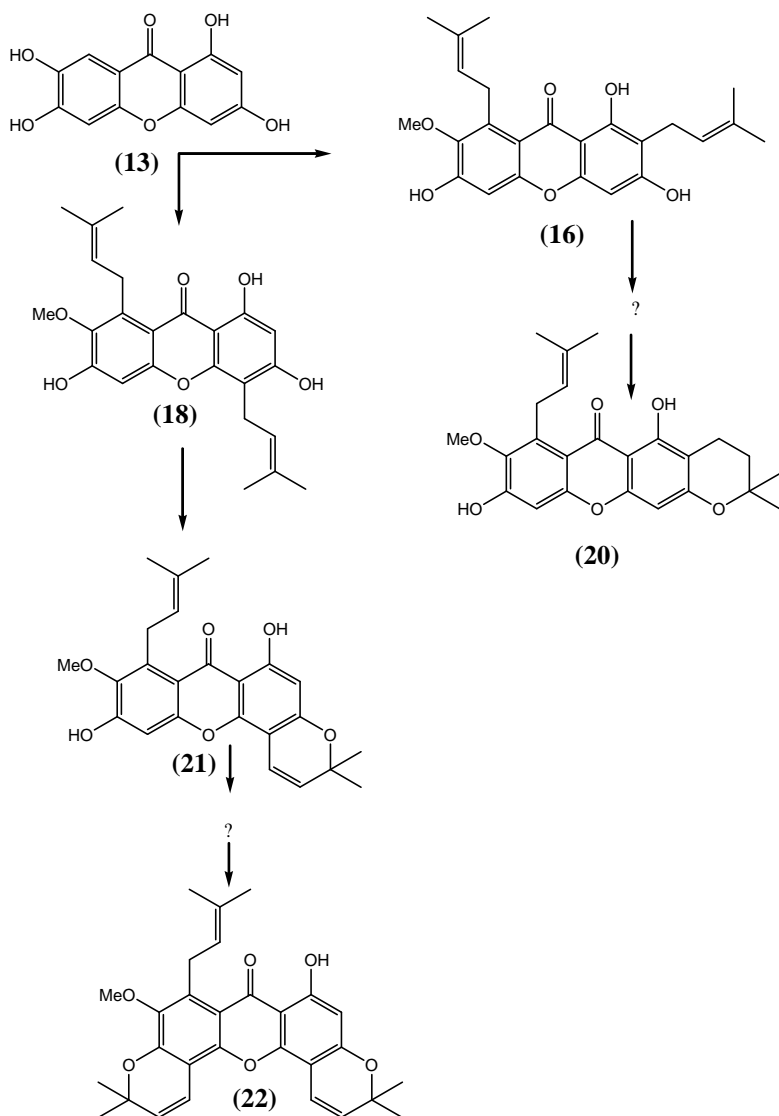
Berdasarkan saran jalur biogenesis pembentukan senyawa santon yang telah ditemukan dari *Garcinia tetrandra* Pierre pada Gambar 1.1, masih terdapat peluang didapatkan senyawa santon lain yang dapat melengkapi jalur biogenesis tersebut.

## **1.3 Hipotesis**

Dapat diperoleh senyawa santon lain sehingga saran jalur biogenesis pembentukan senyawa santon dari *Garcinia tetrandra* Pierre pada Gambar 1.1 dapat dilengkapi.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh senyawa santon lain dari tumbuhan *Garcinia tetrandra* Pierre.



Gambar 1. 1 Saran jalur biogenesis pembentukan senyawa santon dari *Garcinia tetrandra* Pierre

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Genus *Garcinia***

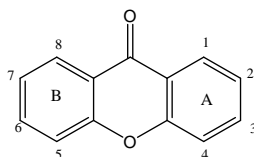
*Garcinia* merupakan salah satu genus dari famili Clusiaceae. Genus ini memiliki lebih dari 400 spesies yang tersebar di daerah tropika seperti Asia, Afrika, Kaledonia Baru dan Polnesia (Merza, 2004). *Garcinia* ini termasuk kedalam genus terbesar dalam famili Clusiaceae yang telah diketahui sebagai sumber senyawa fenolat (Chun-hui, 2012 dan Kosela, 1999).

Salah satu spesies dari genus *Garcinia* yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah *Garcinia tetrandra* Pierre. Spesies ini banyak tumbuh di pulau Jawa-Indonesia. Tumbuhan ini dapat tumbuh pada ketinggian 1200 meter diatas permukaan laut dengan tinggi mencapai 18 meter dan diameter batangnya mencapai 30 cm. *Garcinia tetrandra* Pierre ini dilestarikan di Kebun Raya Purwodadi yang terletak di Pasuruan dan di kawasan pelestarian alam Taman Nasional Meru Betiri (TNMB) yang terletak di daerah perbatasan Banyuwangi dan Jember (TNMB, 2002). Secara taksonomi, tumbuhan ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Heyne, 1987).

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub Divisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Sub-Kelas	: Archichlamydae
Ordo	: Parietales
Famili	: Clusiaceae (Guttiferae)
Genus	: <i>Garcinia</i>
Species	: <i>Garcinia tetrandra</i> Pierre

## 2.2 Tinjauan Kimiawi Santon

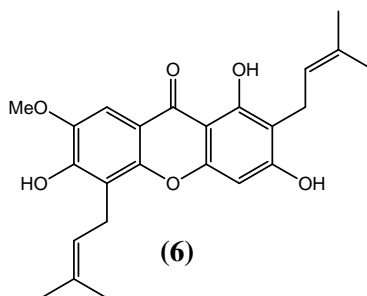
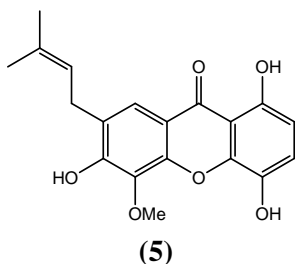
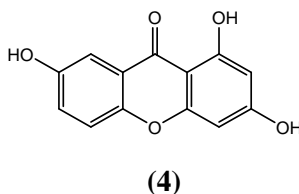
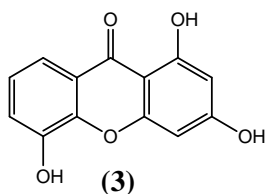
Senyawa santon merupakan metabolit skunder yang terdapat pada tumbuhan tingkat tinggi, jamur dan lumut. Senyawa santon yang merupakan turunan senyawa fenolat ini banyak ditemukan dalam genus *Garcinia*. Senyawa ini dapat larut dalam pelarut organik seperti alkohol, kloroform, etil-asetat, metilen klorida dan heksana (Parker,1997). Struktur dasar senyawa santon terdiri dari 13 atom karbon yang dihubungkan dengan jembatan keton dan eter yang berada diantara dua cincin benzen (Harbone,1987) yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Adapun yang membedakan senyawa santon satu dengan yang lainnya adalah adanya substitusi gugus tertentu pada salah satu atau beberapa atom karbon pada senyawa santon.

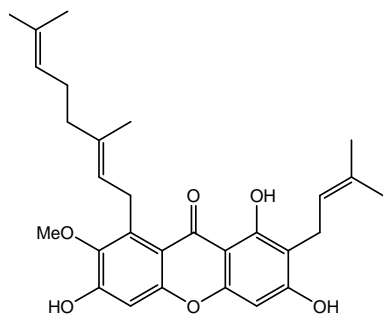


Gambar 2. 1 Kerangka dasar senyawa santon

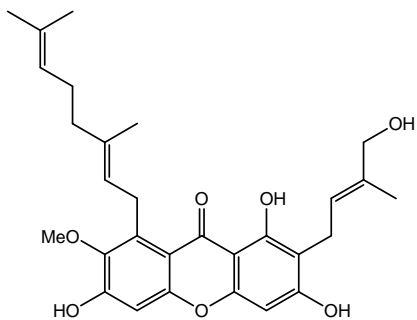
Umumnya senyawa santon dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok berdasarkan gugus fungsi yang tersubstitusi pada kerangka santon. Diantaranya adalah kelompok santon teoksigenasi yaitu kelompok santon yang salah satu atom hidrogen pada cincin A maupun B tergantikan oleh gugus yang mengandung atom oksigen seperti gugus hidroksi (-OH) maupun metoksi (O-CH<sub>3</sub>) contohnya 1,3,5-trihidroksisanton (**3**) dari *G. xanthochymus* dan 1,7-dihidroksi-3-metoksisanton (**4**) atau gentisin diisolasi dari *G. eugenofolia* (Peres dan Nagem, 1997) , kemudian santon terprenilasi yaitu santon yang tersubstitusi oleh gugus prenil (3-metil-2-butenil) contohnya senyawa 1,4,6-trihidroksi-5-metoksi-7-(3-metilbutenil-2) santon (**5**) diisolasi dari *G. dulcis* (Peres, 2000) dan 1,3,6-trihidroksi-7-metoksi-2,5-bis(3-metilbut-2-enil) santon (**6**) dari *G. cowa* (Peres, 2000) , selanjutnya santon

tergeranilasi yaitu santon yang tersubstitusi oleh gugus geranil (3,7-dimetil-2,6-oktadiena) contohnya senyawa kowanin (**7**), kowanol (**8**) dan norkowanin (**9**) yang telah diisolasi dari *G. cowa* (Pattalung dkk, 1994) dan santon tersiklisasi yaitu santon yang tersubstitusi oleh gugus prenil yang mengalami siklisasi secara oksidatif antara salah satu atom karbon dari gugus prenil dengan atom oksigen yang berada pada posisi orto. Hasil dari siklisasi ini dapat terbentuk cincin kromen/piran (cincin 6) maupun cincin furan (cincin 5) (Harbone,1987) contohnya senyawa dulsanton F (**10**), dulsanton G (**11**) dan dulsanton H (**12**) dari *G. dulcis* (Kosela dkk, 2000)

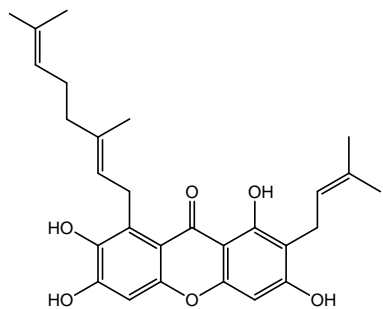




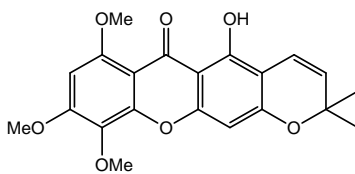
(7)



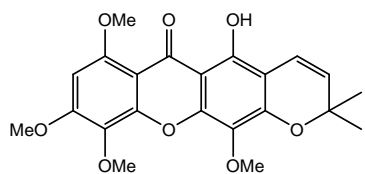
(8)



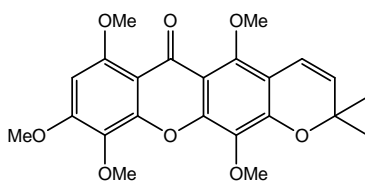
(9)



(10)



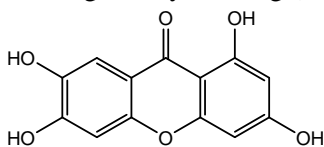
(11)



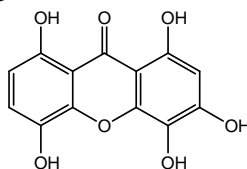
(12)

### 2.3 Tinjauan Kimiawi Genus *Garcinia tetrandra* Pierre

Pada tumbuhan *Garcinia tetrandra* Pierre, senyawa santon dapat ditemukan dalam bentuk santon teroksigenasi, terprenilasi dan tersiklisasi membentuk cincin piran. Adapun senyawa santon yang telah berhasil diisolasi dari *Garcinia tetrandra* Pierre oleh kelompok penelitian bahan alam di laboratorium Kimia Bahan Alam dan Sintesis Jurusan Kimia ITS diantaranya santon tekoksigenasi yaitu 1,3,6,7-tetrahidroksi santon (**13**) dan 1,3,4,5,8-pentahidroksi santon (**14**) yang telah berhasil diisolasi dari bagian kayu batang (Purwaningsih,2006).

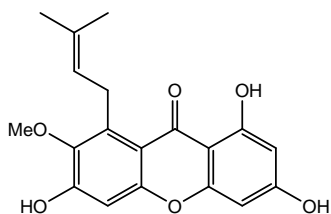


(13)

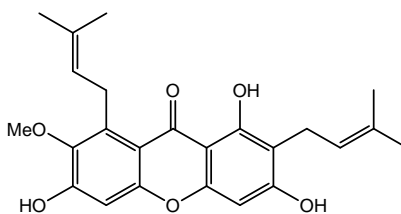


(14)

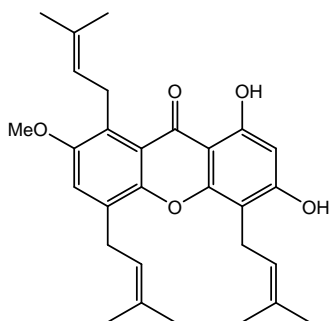
Santon terprenilasi yang telah berhasil diisolasi oleh Ryanto,2006 dari kayu akar yaitu Dulsanton D (**15**), kemudian - mangostin (**16**) dari kulit batang (Astuti,2005 dan Wahjuni,2008), 1,3-dihidroksi-7-metoksi-4,5,6-tripenilsanton (**17**) yang diisolasi dari kulit batang (Maulina,2006) dan 1,3,6-trihidroksi-7-metoksi-4,8-diprenil santon (**18**) yang diisolasi dari kulit akar (Rizani,2006).



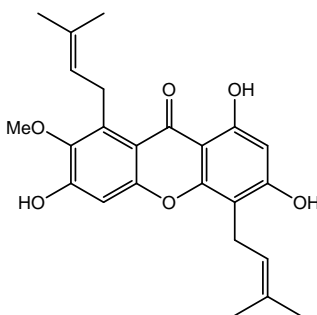
(15)



(16)

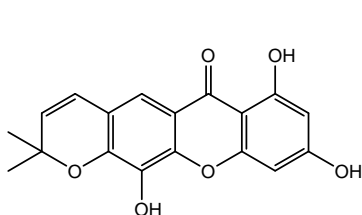


(17)

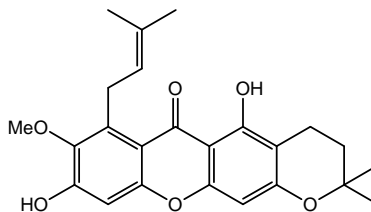


(18)

Kemudian santan tersiklisasi juga telah berhasil diisolasi dari kayu akar yaitu 1,3,5-trihidroksi-(6-7)-kromanosanton **(19)** (Riyanto,2006), 3-isomangostin **(20)** dari kulit batang (Astuti,2005), 1,6-dihidroksi-7-metoksi-8-isoprenil-(3,4)-kromanosanton **(21)** dan 1-hidroksi-7-metoksi-8-isoprenil-(3,4);(5,6)-dikromanosanton **(22)** yang telah berhasil diisolasi dari kulit akar (Meilani,2006).

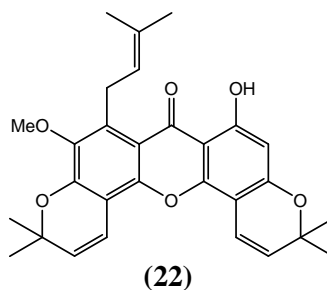
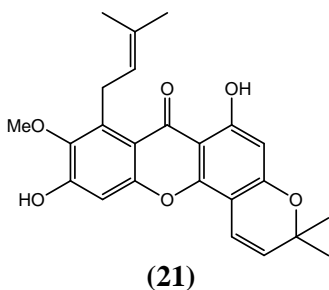


(19)

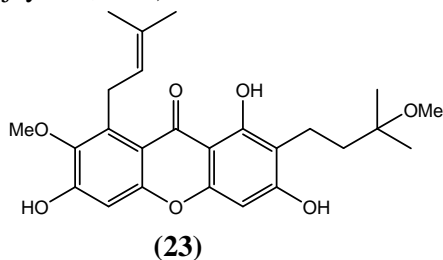


(20)





Selain itu telah berhasil diisolasi juga santon terprenilasi dengan sedikit modifikasi pada gugus prenil yaitu 1,3,6-trihidroksi-7-metoksi-2-(3-metoksi-3metilbut-1-enil)-8-prenil santon **(23)** (Wijayanto,2006).



## 2.4 Metode Pemisahan dan Pemurnian

### 2.4.1 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan metode pemisahan suatu senyawa dari campurannya yang berdasarkan pada perbedaan kelarutan antara zat terlarut dengan pelarutnya (Harbone,1987). Ekstraksi menggunakan prinsip “*like dissolve like*” dimana pemisahan dapat terjadi karena perbedaan kepolaran zat yang akan dipisahkan. Senyawa yang bersifat polar akan larut dalam pelarut polar sedangkan senyawa yang bersifat nonpolar akan larut dalam pelarut nonpolar. Sehingga senyawa yang diinginkan dapat diperoleh dengan memperhitungkan sifat senyawa dan pelarut yang digunakan. Berdasarkan fasa pelarut dan zat terlarutnya,

ekstraksi dibedakan menjadi dua yaitu ekstraksi cair-cair dan ekstraksi padat-cair (Underwood, 2001).

Pada ekstraksi cair-cair, komponen zat yang akan dipisahkan berada dalam larutan campuran. Pemisahan yang terjadi berdasarkan pada sifat kepolaran zat yang dipisahkan dengan pelarutnya. Sehingga akan terbentuk dua fasa larutan yang tidak saling melarutkan yaitu fasa aquos dan fasa organik (Harvey, 2000). Sedangkan pada ekstraksi padat-cair, komponen zat yang akan dipisahkan berada dalam campuran yang berwujud padat. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk ekstraksi padat-cair ini, diantaranya maserasi, perkolasi dan sokletasi.

**Maserasi** adalah metode ekstraksi padat-cair dengan cara melakukan perendaman sampel padat dengan suatu pelarut tertentu dalam wadah tertutup selama beberapa waktu. Metode ini sesuai untuk sampel yang tidak tahan panas karena metode ini dilakukan dalam suhu kamar. Hasil ekstrak yang diperoleh dipisahkan dari residunya dengan cara disaring.

**Perkolasi** adalah metode ekstraksi padat-cair yang dilakukan dengan menempatkan sampel padat pada sebuah kolom yang dibagian bawahnya telah diberikan sekat berpori. Pelarut yang sesuai dialirkan secara perlahan pada kolom dan melewati sampel padat yang kemudian menghasilkan ekstrak yang selanjutnya dapat ditampung. Perkolasi ini dilakukan dalam suhu kamar.

**Sokletasi** adalah metode ekstraksi padat-cair dengan menggunakan alat soklet. Mekanismenya adalah pelarut pada labu alas bulat dipanaskan hingga menguap, kemudian uap akan dilewatkan ke kondensor sehingga terjadi kondensasi. Selanjutnya hasil kondensasi bersama dengan ekstrak akan turun kembali kedalam labu bundar. Proses ini akan berlangsung terus menerus sehingga jumlah pelarut yang digunakan dapat diminimalkan,

selain itu dengan metode ini dapat mengekstrak senyawa yang lebih banyak (Cannell,1998).

#### **2.4.2 Fraksinasi**

Fraksinasi adalah salah satu proses dalam isolasi bahan alam dengan membagi campuran menjadi beberapa fraksi berdasarkan tingkat kepolarannya. Fraksinasi biasanya dilakukan dengan metode kromatografi. Kromatografi merupakan metode pemisahan berdasarkan perbedaan interaksi sampel dengan fase diam dan fase gerak (Rubiyanto,2013). Fase diam berfungsi sebagai adsorben dan fase gerak berupa pelarut berfungsi membawa senyawa yang kepolarannya sama melewati fase diam. Fase diam yang digunakan harus bahan yang tidak bereaksi dengan sampel dan tidak larut dalam fase gerak. Beberapa contoh fase diam yang biasa digunakan diantaranya silika, selulosa, styrene, divinilbenzen, alumina dan karbon (Cannell,1998). Dalam isolasi bahan alam terdapat beberapa jenis kromatografi yang biasanya digunakan, yaitu kromatografi kolom cair grafitasi, kromatografi kolom cair vakum dan kromatografi lapis tipis (Furniss, 1989).

**Kromatografi kolom cair grafitasi (KKG)** merupakan metode pemisahan yang berdasarkan pada distribusi kelarutan dan daya adsorpsi fasa diam, dimana fasa gerak berupa pelarut atau eluen sedangkan fasa diam merupakan adsorben. Adapun adsorben yang sering digunakan adalah adsorben yang bersifat polar seperti silika gel atau aluminium oksida. Karena adsorben bersifat polar maka senyawa yang bersifat polar akan teradsorb ke adsorben, sedangkan senyawa yang kurang polar akan dilewatkan bersama eluen yang bersifat nonpolar sehingga akan didapatkan senyawa yang bersifat nonpolar yang kemudian ditampung. Sebaliknya jika yang ingin didapatkan adalah senyawa polar maka adsorben diganti dengan adsorben yang bersifat nonpolar

dan eluen diganti dengan eluen yang bersifat polar (Underwood, 2001). Laju eluen sebagai fase gerak yang turun kebawah melewati kolom yang berisi adsorben bersama senyawa yang diinginkan karena pengaruh grafitasi (Poole, 1991).

**Kromatografi cair vakum (KCV)** merupakan kromatografi kolom cair yang mempunyai prinsip kerja hampir sama dengan kromatografi kolom cair grafitasi namun pada KCV laju alir eluen ditingkatkan dengan memberikan tekanan pada eluen sehingga eluen dapat melewati kolom. Metode KCV ini lebih efisien untuk memisahkan bahan dalam jumlah besar daripada kromatografi kolom cair grafitasi karena pada umumnya kolom yang digunakan pada KCV ini lebih besar dari pada kolom grafitasi (Hostettmann, 1995).

**Kromatografi lapis tipis (KLT)** merupakan metode pemisahan yang menggunakan lapisan aluminium yang telah dilapisi adsorben sebagai fase diam. Bahan yang biasa digunakan sebagai adsorben adalah silika gel, alumina dan selulosa (Underwood, 2001). Pelarut sebagai eluen akan dialirkan pada lapisan adsorben yang sebelumnya telah ditetesi oleh sampel. Senyawa dalam sampel yang mempunyai sifat yang sama atau hampir sama dengan eluen akan bergerak mengikuti laju eluen, sedangkan senyawa yang sifatnya sama atau hampir sama dengan adsorben akan tertahan oleh adsorben sehingga kedua senyawa yang berbeda sifat tersebut dapat terpisah berdasarkan kepolarannya. Keberhasilan KLT bergantung kepada kesesuaian eluen yang digunakan. Dengan menggunakan KLT dapat diidentifikasi senyawa-senyawa yang terpisah dan dapat dilakukan penggolongan berdasarkan nilai  $R_f$  (Retardation factor). Nilai  $R_f$  adalah perbandingan jarak antara perpindahan senyawa dengan perpindahan pelarut, secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut,

$$R_f = \frac{\text{Jarak perpindahan senyawa}}{\text{Jarak perpindahan pelarut}}$$

Selain itu, KLT juga dapat digunakan untuk mengetahui kemurnian senyawa, munculnya noda tunggal pada plat KLT menunjukkan bahwa senyawa tersebut telah murni, sedangkan noda berekor menandakan masih terdapat pengotor pada senyawa yang didapatkan (Poole, 1991).

**Kromatografi Lapis Tipis Sentrifugal** merupakan salah satu teknik kromatografi yang menggunakan gaya sentrifugal dalam sistem pemisahannya. Pemisahan dengan kromatografi lapis tipis sentrifuga ini pada prinsipnya sama dengan kromatografi lapis tipis biasa, yang membedakan adalah adanya gaya sentrifugal yang memungkinkan terjadinya pemisahan yang lebih cepat. Gaya sentrifugal ini dihasilkan oleh suatu rotor yang berputar sehingga eluen maupun sampel dapat bergerak melewati adsorben dan terjadi proses pemisahan. Terdapat dua faktor utama yang harus diperhatikan dalam kromatografi ini, yaitu laju fase gerak dan laju putaran rotor. Semakin cepat laju fase gerak maka semakin cepat juga proses pemisahan yang terjadi, namun hal ini membutuhkan volume eluen yang lebih besar. Semakin lambat laju putaran rotor maka pemisahan yang terjadi semakin baik, namun membutuhkan waktu yang lama. Salah satu instrumen yang digunakan untuk kromatografi lapis tipis Sentrifugal ini adalah kromatotron (Agrawal, 2015).

#### 2.4.3 Uji Titik Leleh

Uji titik leleh digunakan untuk mengetahui kemurnian suatu senyawa. Senyawa dapat dikatakan murni ketika *range* titik leleh tidak lebih dari 1°C. *Range* titik leleh ini merupakan jarak temperatur antara temperatur saat kristal tersebut mulai meleleh dengan temperatur saat kristal tersebut meleleh sempurna. Ketika suatu kristal mempunyai *range* titik leleh lebih dari 1°C maka dapat dikatakan kristal tersebut belum murni karena adanya

partikel pengotor ataupun partikel lain yang dapat mengganggu *range* titik leleh (Furniss, 1989).

## **2.5 Karakterisasi**

### **2.5.1. Spektroskopi UV**

Senyawa organik mempunyai kemampuan untuk menyerap radiasi elektromagnetik karena memiliki elektron valensi. Elektron valensi ini merupakan elektron yang terdapat di kulit paling luar dan paling jauh dari inti atom, hal ini memungkinkan elektron valensi dapat berpindah atau tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi atau biasa disebut dengan transisi elektron. Adanya transisi elektron ini dapat disebabkan oleh adanya radiasi sinar UV yang memiliki energi tinggi yang dapat mempengaruhi pergerakan elektron baik secara molekular maupun orbital (Furniss, 1989). Spektrum UV suatu senyawa dapat diperoleh dengan melewatkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu yang akan terserap oleh gugus kromofor (gugus pengabsorpsi). Setiap jenis gugus kromofor memiliki puncak serapan yang berbeda pada spektrum UV. Hal inilah yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis kromofor pada suatu senyawa. Terdapat dua macam kromofor yang biasa ditemukan dalam senyawa organik, yang pertama adalah kromofor yang memiliki puncak serapan pada panjang gelombang 300-700 nm mengindikasikan adanya transisi elektron pada  $n \rightarrow \pi^*$ , yaitu pada senyawa jenuh dan memiliki pasangan elektron bebas yang terdiri atas senyawa senyawa heteroatom seperti sulfur, nitrogen, brom dan iodin. Kemudian yang kedua adalah kromofor yang memiliki puncak serapan pada panjang gelombang dibawah 300 nm mengindikasikan adanya transisi elektron pada  $\pi \rightarrow \pi^*$ , yaitu pada molekul organik tak jenuh. Kromofor ini biasanya ada pada golongan senyawa aromatik (Creswell, 1995 dan Furniss, 1989).

### 2.5.2. Spektroskopi IR

Spektroskopi IR (*Infra Red*) merupakan spektroskopi yang melibatkan sinar infra merah untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada suatu senyawa organik. Pada spektroskopi IR, pancaran sinar infra merah akan diserap oleh molekul yang kemudian diubah menjadi energi getar molekul. Hal ini menyebabkan ikatan kovalen pada suatu molekul tersebut mengalami gerak menekuk (*bending*) atau gerak ulur (*stretching*). Frekuensi inframerah dinyatakan dalam satuan bilangan gelombang pada kisaran  $4000 - 650 \text{ cm}^{-1}$  (Pavia dkk., 1990). Frekuensi yang dihasilkan oleh IR akan berbeda-beda tergantung pada jenis ikatannya seperti C-C, C=C, C C, C-O, C=O, O-H, N-H dan lain sebagainya (Silverstein, 2005). Sehingga spektroskopi IR dapat digunakan untuk mengetahui struktur sampel secara keseluruhan dengan cara membandingkan spektrum sampel dengan spektrum standar IR yang ada. Misalnya gugus C-H  $\text{sp}^3$  memiliki puncak pada daerah panjang gelombang  $2800\text{-}3000\text{cm}^{-1}$ , C=C pada daerah  $1600\text{-}1700 \text{ cm}^{-1}$ , C=O (karbonil) pada daerah  $1640\text{-}1820 \text{ cm}^{-1}$  dengan puncak tajam dan O-H pada  $3000\text{-}3700 \text{ cm}^{-1}$  dengan bentuk puncak yang melebar dan halus untuk O-H alkohol dan puncak yang melebar dan bergerigi untuk O-H asam (Fessenden, 1982).

### 2.5.3. Spektroskopi NMR

Spektroskopi resonansi magnetik inti (*nuclear magnetic resonance*, NMR) merupakan metode yang melibatkan absorpsi gelombang radio oleh inti atom pada molekul yang berada dalam medan magnet. Karena energi dari radiasi gelombang radio sangat kecil sehingga hanya menyebabkan inti atom saja yang berputar (spin inti). Spin inti ini berputar dalam arah tertentu dan arah perputaran inti dapat berubah (mengalami resonansi) ketika berada dalam medan magnet dan dikenai oleh frekuensi gelombang radio. Setiap inti atom dalam molekul yang berbeda memiliki perbedaan dalam penyerapan frekuensi tergantung kepada lingkungan setiap atom dalam molekul tersebut. Karena

hal inilah spektrum NMR dapat digunakan untuk mengidentifikasi letak serta lingkungan atom dalam suatu molekul.

Perbedaan penyerapan frekuensi oleh atom dalam suatu molekul ditunjukkan oleh adanya pergeseran kimia yang ditampilkan dalam puncak-puncak serapan pada spektrum NMR. Dengan pergeseran kimia ini dapat diidentifikasi letak gugus fungsi dalam struktur senyawa organik. Nilai dari pergeseran kimia ini dinyatakan dengan simbol  $\delta$  dan dalam satuan ppm (*Part per Millions*) (Fessenden, 1982).

Terdapat dua jenis NMR yang biasa digunakan dalam identifikasi struktur senyawa organik yaitu  $^1\text{H}$ -NMR dan  $^{13}\text{C}$ -NMR. Spektrum  $^1\text{H}$ -NMR digunakan untuk mengetahui jenis dan jumlah hidrogen dalam suatu molekul senyawa, selain itu juga mengetahui sifat lingkungan dari atom hidrogen tersebut dengan membandingkan antara data pembanding dengan analisis kopling tiap spin. Sedangkan spektra  $^{13}\text{C}$ -NMR digunakan untuk mengetahui jumlah karbon yang terdapat dalam suatu molekul senyawa dan sifat lingkungannya berdasarkan pergeseran kimia yang dihasilkan dengan membandingkannya dengan data pembanding (Hart, 1983).



## **BAB III**

### **METODOLOGI PERCOBAAN**

#### **3.1 Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, labu erlenmeyer, labu ukur, pipet tetes, pipet volume, pengaduk kaca, kaca arloji, pipa kapiler, pinset, botol vial, seperangkat alat kromatografi kolom grafitasi, kromatografi kolom cair vakum (KCV), *rotary evaporator* vakum BUCHI, kromatografi lapis tipis (KLT) dimonitoring dengan sinar UV, seperangkat alat kromatotron, seperangkat alat uji titik leleh (*micro-melting point apparatus Fisher John*), spektrofotometer FTIR-8400 Shimadzu, spektrofotometer UV-vis 1700 Shimadzu dan spektrometer  $^1\text{H}$  dan  $^{13}\text{C}$  spektrometer NMR (JNM-ECA 600 MHz).

#### **3.2 Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bagian kulit batang tumbuhan *Garcinia tetranda* Pierre yang diperoleh dari Taman Nasional Meru Betiri Jember Jawa Timur dan telah diidentifikasi oleh Kebun Raya Purwodadi dengan nomor spesimen XVII.J.11.10-10A,19, Silika gel 60 (0.063-0.200 mm) untuk kromatografi kolom, silika gel 60 G untuk KCV, silika gel 60 PF<sub>254</sub> *containing gypsum* untuk kromatotron, Sephadex<sup>TM</sup> LH-20 untuk kromatografi kolom sephadek, kapas, kertas saring, aluminium foil, beberapa pelarut organik diantaranya: aquades ( $\text{H}_2\text{O}$ ), n-Heksana ( $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ), metilen klorida ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ), etil asetat ( $\text{EtOAc}$ ), metanol ( $\text{MeOH}$ ), kloroform ( $\text{CHCl}_3$ ), aseton dan serium sulfat ( $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ ) sebagai penampak nada.

#### **3.3 Prosedur kerja**

##### **3.2.1 Ekstraksi dan isolasi**

Sampel kulit batang *Garcinia tetranda* Pierre dikeringkan kemudian dihaluskan, sehingga didapatkan sampel halus seberat 3,25 kg. Sebelum dilakukan ekstraksi, terlebih dahulu dilakukan

uji pendahuluan. Pada uji pendahuluan, sampel diambil sebanyak 2 x 4 gram untuk kemudian direndam selama 1x24 jam dalam masing-masing pelarut n-heksan,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , EtOAc dan MeOH. Hasil ekstrak diamati dengan kromatografi lapis tipis (KLT), pengamatan noda dilakukan dengan menyemprotkan serum sulfat ( $\text{Ce}(\text{SO}_4)_4$ ) sebagai penampak noda pada kromatogram kemudian dipanaskan. Dari hasil pengamatan ini dipilih pelarut  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  untuk mengekstrak sampel.

Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi, dimana 3,25 kg sampel kulit batang *Garcinia tetranda* Pierre dimaserasi dalam 5L pelarut  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  selama 3 x 24 jam. Hasil ekstrak kemudian dipekatkan dengan *rotary evaporator* sehingga didapatkan ekstrak pekat sebanyak 193,7 gram. Ekstrak pekat tersebut kemudian dibagi menjadi tiga bagian A,B dan C yang setiap bagian dilakukan fraksinasi menggunakan metode Kromatografi Cair Vakum (KCV) dengan eluen n-heksan, n-heksan :  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  (9:1, 3:1, 2:3), n-heksan : EtOAc (17:3, 13:7), EtOAc dan MeOH. Dari hasil KCV didapatkan 45 fraksi A,B dan C. Dari fraksi A19, A20, A21, B22, B23 dan B24 didapatkan senyawa **1** (484,0 mg).

45 fraksi A,B dan C dikelompokkan berdasarkan nilai  $R_f$  yang sama kemudian digabungkan sehingga didapatkan fraksi E1-E8. Fraksi E4 (21,64 g) difraksinasi dengan kromatografi kolom sephadex eluen MeOH :  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  (1:1) menghasilkan fraksi EB1-EB3. Fraksi EB3 (8,19 g) difraksinasi dengan KKG menggunakan eluen EtOAc:n-heksan (1:49–1:3) dan MeOH menghasilkan fraksi EC1-EC7. Fraksi EC 5 (0,94 g) difraksinasi dengan kromatografi kolom sephadex menghasilkan fraksi EC5/1-EC5/6. Fraksi EC5/3 (0,498 g) difraksinasi dengan kromatografi kolom sephadex menghasilkan fraksi 20 fraksi. 20 fraksi tersebut dilakukan monitoring dengan KLT, fraksi dengan  $R_f$  yang sama digabungkan sehingga didapatkan tiga fraksi gabungan yaitu EC5/3/1, EC5/3/2 dan EC5/3/3.

Fraksi EC5/4 difraksinasi dengan kromatografi kolom sephadex menghasilkan fraksi gabungan EC5/4/1-EC5/4/2. Fraksi EC5/4/2 dan EC5/3/3 digabungkan sehingga didapatkan massa 0.1193 g, kemudian dilakukan pemurnian dengan kromatotron eluen EtOAc : n-heksan (3:17) menghasilkan senyawa **3** (15,4 mg).

### **3.2.2 Elusidasi Struktur**

#### **3.2.2.1 Spektrofotometri UV**

Analisa spektrofotometri UV dilakukan dengan seperangkat alat spektrofotometri UV. Sampel dilarutkan dalam metanol p.a kemudian dimasukkan kedalam kuvet. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 200-400 nm. Kemudian ditambahkan pereaksi geser NaOH dan diukur lagi absorbansinya. Sampel dalam metanol p.a ditambahkan pereaksi geser  $\text{AlCl}_3$  kemudian diukur absorbansinya, selanjutnya ditambahkan pereaksi geser HCl kemudian diukur kembali absorbansinya.

#### **3.2.2.2 Spektrofotometri FT-IR**

Analisa spektrofotometri FT-IR dilakukan dengan seperangkat alat FT-IR Prestige-21 Shimadzu. Sampel digerus bersama KBr sampai homogen kemudian dicetak dan dipres menjadi bentuk pelet dengan diameter  $\pm 1$  cm dengan ketebalan  $\pm 1$  mm. Pelet kemudian ditempatkan pada alat FT-IR kemudian diukur transmitannya pada bilangan gelombang 400-4000  $\text{cm}^{-1}$ .

#### **3.2.2.3 Spektrometri $^1\text{H}$ NMR**

Analisa spektrometri  $^1\text{H}$  NMR dilakukan dengan seperangkat alat  $^1\text{H}$  NMR. Sampel dilarutkan dalam  $\text{CDCl}_3$  kemudian diinjeksikan kedalam alat  $^1\text{H}$  NMR.

#### **3.2.2.4 Spektrometri $^{13}\text{C}$ NMR**

Analisa spektrometri  $^{13}\text{C}$  NMR dilakukan dengan seperangkat alat  $^{13}\text{C}$  NMR. sampel dilarutkan dalam  $\text{CDCl}_3$  kemudian diinjeksikan dalam alat  $^{13}\text{C}$  NMR.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

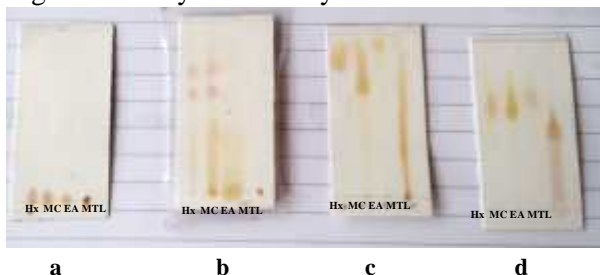
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Isolasi Senyawa Santon dari Ekstrak Diklorometan Kulit Batang *Garcinia tetrandra* Pierre

##### 4.1.1 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui pelarut yang sesuai untuk ekstraksi dan kromatografi. Sampel kulit batang *Garcinia tetrandra* Pierre yang telah halus dan kering sebanyak satu gram dimaserasi dalam 5 ml masing-masing pelarut organik n-heksan,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , EtOAc dan metanol selama 1 x 24 jam. Kemudian dilakukan uji kromatografi lapis tipis (KLT) dengan eluen pelarut tunggal untuk mengetahui pelarut yang sesuai agar dapat mengekstrak senyawa terbanyak dalam maserasi.



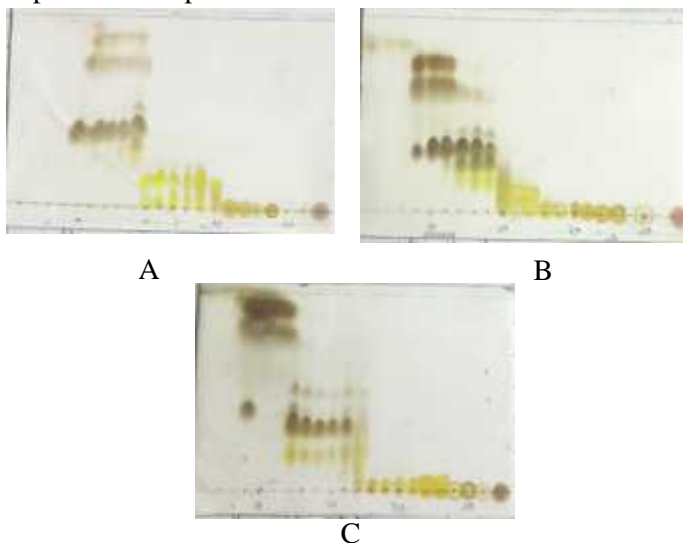
Gambar 4. 1 Kromatogram uji pendahuluan dengan eluen pelarut tunggal a. n-heksan, b.  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , c. EtOAc dan d. Metanol

Dari Gambar 4.1 terlihat bahwa  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  dapat mengekstrak kulit batang *Garcinia tetrandra* Pierre dengan baik. Sehingga untuk mengekstrak sampel dapat digunakan  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  sebagai pelarut untuk maserasi. Selain untuk mengetahui pelarut yang cocok untuk ekstraksi, uji pendahuluan juga digunakan untuk mengetahui eluen yang cocok untuk proses kromatografi dengan

melakukan uji KLT pada ekstrak dengan berbagai eluen baik tunggal maupun campuran.

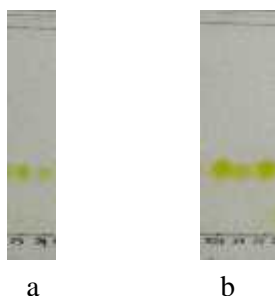
#### 4.1.2 Ekstraksi dan Fraksinasi

Proses ekstraksi dilakukan dengan maserasi dalam suhu ruang selama 3x24 jam dengan setiap 1x 24 jam dilakukan kontrol dengan KLT untuk mengetahui apakah senyawa dalam sampel sudah terekstrak semuanya. Ekstrak  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  kulit batang *Garcinia tetranda* Pierre yang telah dipekatkan difraksinasi dengan metode Kromatografi Cair Vakum (KCV) menggunakan eluen dengan prinsip peningkatan kepolaran sehingga didapatkan kelompok-kelompok senyawa dengan tingkat kepolaran yang hampir sama. Karena massa ekstrak besar, ekstrak dibagi menjadi tiga bagian yaitu A, B dan C. Ketiga bagian ekstrak tersebut masing-masing dilakukan KCV. Hasil KCV dimonitoring dengan KLT seperti terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Kromatogram hasil KCV dalam EtOAc : n-heksan 20%

Pada fraksi A23, A24, B22, B23 dan B24 terbentuk padatan berwarna kuning. Padatan tersebut kemudian dipisahkan dengan filtratnya dengan penyaringan. Setelah dilakukan uji KLT terhadap padatan tersebut menghasilkan kromatogram dengan noda tunggal (Gambar 4.3) yang menunjukkan senyawa tersebut telah murni. Sebanyak 484,0 mg padatan dari fraksi A23, A24, B22, B23 dan B24 selanjutnya disebut dengan senyawa **1**.



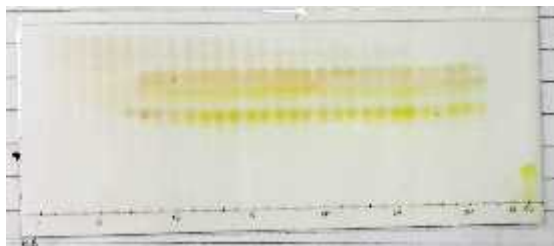
Gambar 4. 3 Kromatogram padatan a. dari fraksi A23 dan A24 b. Dari fraksi B22, B23 dan B24 dengan eluen 20% EtOAc : n-heksan

Selanjutnya kelompok fraksi A,B dan C dikelompokkan berdasarkan  $R_f$  yang sama menghasilkan delapan fraksi gabungan yaitu E1-E8. Fraksi gabungan E1-E8 dilakukan KLT menghasilkan kromatogram seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Kromatogram fraksi gabungan E1-E8 dengan eluen 20% EtOAc : n-Heksan

Dari fraksi gabungan E1-E8 diambil fraksi gabungan E4 sebanyak 21,64 g difraksinasi dengan kromatografi kolom sephadex menghasilkan 32 fraksi yang kemudian diuji KLT dengan eluen 20% EtOAc:n-Heksan (Gambar 4.5). Selanjutnya fraksi dikelompokkan berdasarkan nilai Rf yang sama sehingga didapatkan 3 fraksi gabungan yaitu EB1-EB3.



Gambar 4. 5 Kromatogram hasil sephadex fraksi E4 dalam eluen 20% EtOAc:n-Heksan

Fraksi EB3 (8,19 g) difraksinasi lebih lanjut dengan KKG menggunakan eluen EtOAc:n-heksan (1:49–1:3) dan MeOH yang dimonitoring dengan KLT. Hasil KKG ini menghasilkan 61 fraksi (Gambar 4.6) yang kemudian di gabungkan berdasarkan nilai Rf yang sama sehingga didapatkan fraksi gabungan EC1-EC7.



Gambar 4. 6 Kromatogram hasil KKG fraksi EB 3 dengan eluen 20% EtOAc : n-heksan

Fraksi gabungan EC5 (0,94 g) difraksinasi dengan kromatografi kolom sephadex menghasilkan fraksi 20 fraksi yang



kemudian dikelompokkan berdasarkan Rf sehingga didapatkan fraksi gabungan EC5/1-EC5/6. Fraksi EC5/3 (0,498 g) difraksinasi dengan kromatografi kolom sephadex menghasilkan 20 fraksi. 20 fraksi tersebut di monitoring dengan KLT (Gambar 4.7). Dari hasil KLT dilakukan pengelompokkan berdasarkan nilai Rf sehingga didapatkan tiga fraksi gabungan yaitu EC5/3/1, EC5/3/2 dan EC5/3/3.



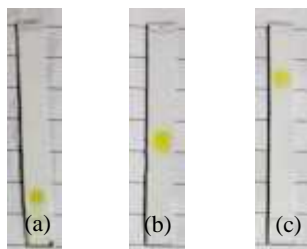
Gambar 4. 7 kromatogram hasil sephadex Fraksi EC/5/3. eluen 50 %  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  : n-heksan

Fraksi EC5/4 difraksinasi dengan kromatografi kolom sephadex menghasilkan fraksi gabungan EC5/4/1 dan EC5/4/2. Fraksi gabungan EC5/4/2 dan fraksi gabungan EC5/3/3 setelah diuji KLT memberikan hasil noda dengan Rf yang sama, sehingga kedua fraksi tersebut digabungkan dan diperoleh massa gabungan 0.1193 g. Kemudian dilakukan pemurnian dengan kromatotron menggunakan eluen 15% EtOAc:n-Heksan menghasilkan senyawa **2** (15,4 mg).

#### 4.1.3 Uji Kemurnian

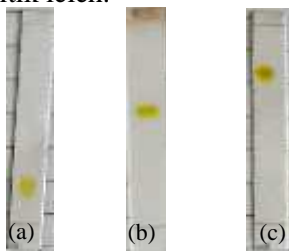
Padatan senyawa **1** dilakukan uji kemurnian menggunakan KLT dengan tiga eluen berbeda. Kemurnian suatu senyawa dapat terlihat dengan munculnya noda tunggal pada kromatogram dengan berbagai macam eluen seperti pada Gambar 4.8. Selain dengan KLT, uji kemurnian juga dilakukan dengan uji titik leleh.

Dari uji ini didapatkan titik leleh untuk senyawa **1** adalah 154-155 °C, dengan  $T \pm 1^\circ$  yang menandakan senyawa **1** telah murni.



Gambar 4. 8 Uji tiga eluen senyawa **1** a. eluen  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ :n-heksan (7:3),  
b. EtOAc: n-heksan (2:8), c. MeOH: $\text{CHCl}_3$  (19:1)

Senyawa **2** juga dilakukan uji tiga eluen dengan hasil seperti pada Gambar 4.9. Senyawa **2** tidak berbentuk padatan sehingga tidak dilakukan uji titik leleh.



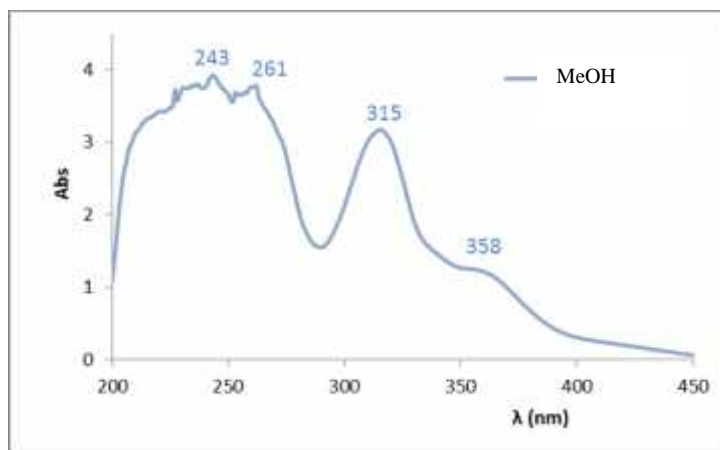
Gambar 4. 9 Uji tiga eluen senyawa **2** a. eluen EtOAc :  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  (1:19),  
b.  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ : n-heksan (9:1), c.  $\text{CHCl}_3$  : n-heksa (1:1)

## 4.2 Elusidasi Struktur

### 4.2.1 Penentuan struktur Senyawa **1**

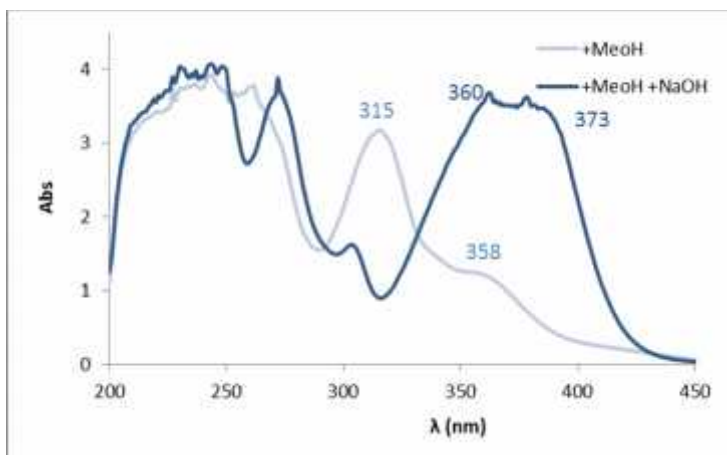
Senyawa **1** berbentuk padatan berwarna kuning sebanyak 484,0 mg. Penentuan struktur senyawa **1** dilakukan menggunakan beberapa metode spektroskopi, diantaranya spektroskopi UV, FT-IR,  $^1\text{H}$  NMR dan  $^{13}\text{C}$  NMR. Pengujian spektrofotometer UV dilakukan pada panjang gelombang (  $\lambda$  ) 200 - 400 nm. Dari hasil spektrofotometer UV senyawa **1** dengan

pelarut MeOH didapatkan puncak serapan pita I pada  $\lambda_{\text{maks}}$  315 dan 358 nm dan pita II pada  $\lambda_{\text{maks}}$  243 dan 261 nm yang dapat dilihat pada Gambar 4.10. Puncak serapan pita I mengindikasikan adanya eksitasi elektron  $n \rightarrow \pi^*$  yang dapat terjadi pada gugus heteroatom yang terkonjugasi pada ikatan rangkap atau pada cincin aromatik ( $-\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{O}$ ). Puncak serapan pada pita II menunjukkan adanya eksitasi elektron  $\pi \rightarrow \pi^*$  yang dapat terjadi pada ikatan rangkap yang terkonjugasi pada sistem aromatik ( $=\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}$ ). Dari hasil ini struktur senyawa **1** dapat disarankan memiliki kerangka dasar santon (Scott,1964).

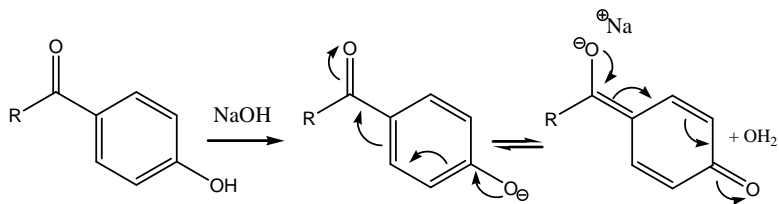


Gambar 4. 10 Spektrum UV Senyawa **1** dengan pelarut MeOH

Kemudian pengukuran spektroskopi UV dilanjutkan dengan penambahan pereaksi geser NaOH. Pada penambahan NaOH dapat terlihat adanya pergeseran batokromik pita I dari  $\lambda_{\text{maks}}$  315 ke 360 nm serta  $\lambda_{\text{maks}}$  358 ke 373 nm yang ditunjukkan oleh Gambar 4.11. Pergeseran ini menunjukkan adanya substitusi gugus hidroksi ( $-\text{OH}$ ) pada posisi para terhadap gugus karbonil yang mengakibatkan terjadinya kesetimbangan keto-enol (Gambar 4.12).



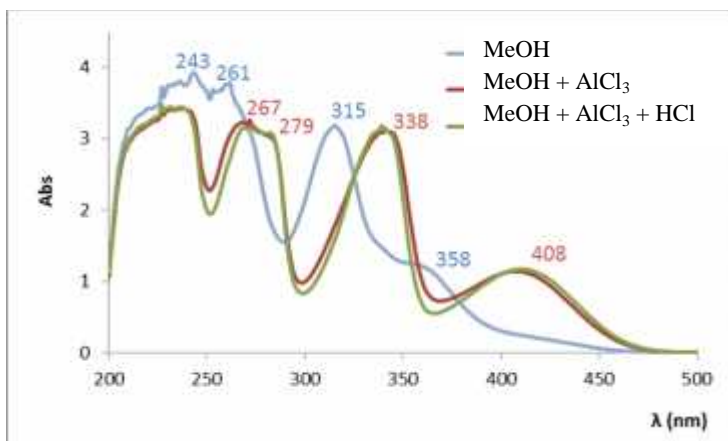
Gambar 4. 11 Spektrum UV Senyawa **1** dengan pelarut MeOH + pereaksi geser NaOH



Gambar 4. 12 Kesetimbangan keto-enol pada senyawa fenolat akibat penambahan basa NaOH

Selain penambahan pereaksi geser NaOH untuk identifikasi struktur senyawa **1**, digunakan juga pereaksi geser  $\text{AlCl}_3$ . Setelah ditambahkan  $\text{AlCl}_3$  terdapat pergeseran pada pita I dari maks 315 ke 338 nm dan 358 ke 408 nm serta pergeseran pada pita II dari maks 243 ke 267 nm dan 261 ke 279 nm yang dapat dilihat pada Gambar 4.13. Pergeseran ini menunjukkan adanya substitusi hidroksi (-OH) terkhelat dengan gugus karbonil ( $\text{C}=\text{O}$ ). Hal ini diperkuat dengan pada spektroskopi IR yaitu munculnya puncak pada bilangan gelombang  $1656,91 \text{ cm}^{-1}$  yang merupakan puncak

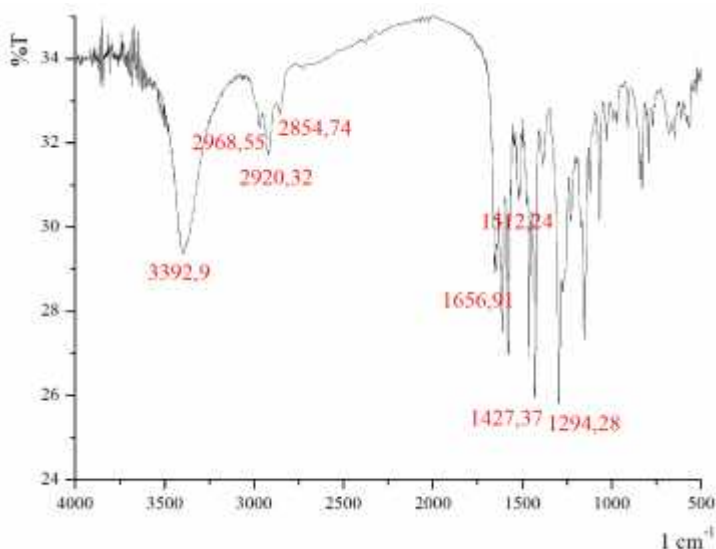
klasik untuk gugus karbonil ( $\text{C}=\text{O}$ ) yang terkelat dengan hidroksi ( $-\text{OH}$ ) dan munculnya puncak pada  $3392,9\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan puncak khas untuk gugus hidroksi ( $-\text{OH}$ ) bebas, selain itu juga adanya puncak pada  $1294\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus  $\text{C}-\text{O}$  (Gambar 4.14).



Gambar 4. 13 Spektrum UV Senyawa **1** dengan pelarut MeOH + pereaksi geser  $\text{AlCl}_3$  dan  $\text{HCl}$

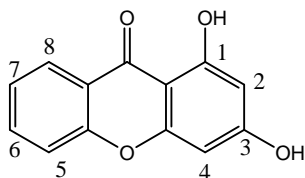
Selanjutnya pada penambahan pereaksi geser  $\text{HCl}$  tidak terjadi pergeseran, hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat substitusi gugus otoksidroksi pada senyawa **1**.

Identifikasi struktur selanjutnya dilakukan dengan spektroskopi IR. Pada spektrum IR (Gambar 4.14) muncul puncak pada bilangan gelombang  $2854,74\text{ cm}^{-1}$ ,  $2920,32\text{ cm}^{-1}$  dan  $2968,55\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan puncak khas untuk  $\text{C}-\text{H}$   $\text{sp}^3$  yang kemungkinan berasal dari gugus prenil/geranil atau metoksi. Kemudian adanya ikatan rangkap dalam sistem aromatik ditunjukkan oleh munculnya puncak pada  $1512,24$  -  $1427,37\text{ cm}^{-1}$ .



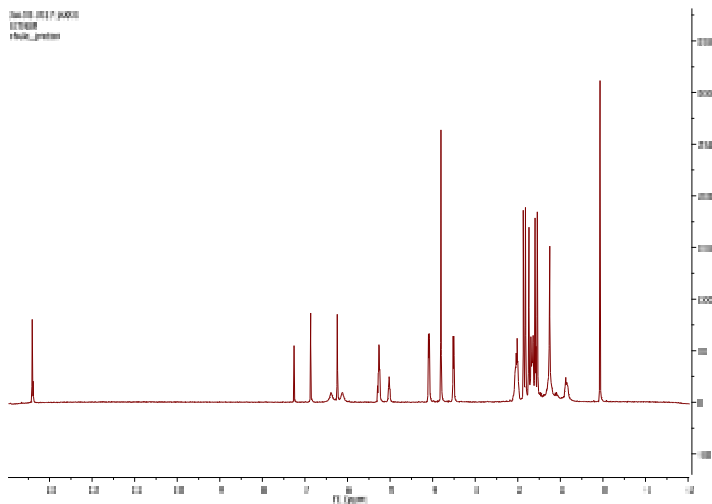
Gambar 4. 14 Spektrum IR senyawa **1** dalam pelet KBr

Dari hasil spektroskopi UV dan IR dapat disarankan struktur senyawa **1** mengandung kerangka dasar santon yang tersubstitusi OH pada posisi para terhadap karbonil, OH yang terkhelat dengan karbonil (Gambar 4.15). Selain itu terdapat juga substitusi prenil/geranil atau metoksi.

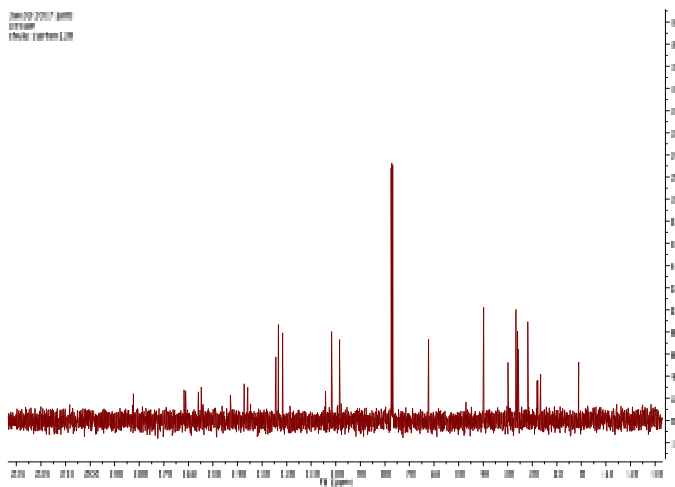


Gambar 4. 15 Saran struktur senyawa **1** berdasarkan Spektroskopi UV dan IR

Untuk lebih memperkuat saran struktur senyawa **1** tersebut, dilakukan analisis spektroskopi  $^1\text{H}$  NMR dan  $^{13}\text{C}$  NMR.



Gambar 4. 16 Spektra <sup>1</sup>H NMR Senyawa **1** dalam CDCl<sub>3</sub>



Gambar 4. 17 Spektra <sup>13</sup>C NMR Senyawa **1** dalam CDCl<sub>3</sub>

Kerangka dasar santon dapat tersubstitusi oleh gugus fungsi lain pada delapan posisi karbon (C), sehingga kerangka santon dapat tersubstitusi oleh maksimal delapan substituen. Pada spektroskopi UV dan IR telah diketahui bahwa kerangka santon telah tersubstitusi oleh dua gugus hidroksi (-OH) , sehingga tersisa enam posisi karbon yang belum diketahui substituen apakah yang tersubstitusi pada kerangka santon. Hasil analisa pada spektra  $^1\text{H}$  NMR menunjukan 14 sinyal proton seperti tampak pada Gambar 4.16 pada spektra  $^{13}\text{C}$  NMR menunjukan 29 sinyal karbon yang tampak pada Gambar 4.17.

Sinyal pada pergeseran kimia proton  $_{\text{H}}$  13,41 ppm (s) merupakan sinyal khas untuk gugus hidroksi terkhelet dengan karbonil pada senyawa santon yang diperkuat dengan munculnya pergeseran kimia karbon  $_{\text{C}}$  182,43 ppm (Silva,2005). Hal ini memperkuat data UV dan IR bahwa senyawa **1** mempunyai kerangka santon yang tersubstitusi gugus hidroksi terkhelet dengan karbonil. Sinyal proton pada  $_{\text{H}}$  6,87 ppm (s,1H) dan 6,24 ppm (s,1H) menunjukan pergeseran khas untuk dua proton aromatik. Kemudian munculnya sinyal proton pada  $_{\text{H}}$  4,09 (d,  $J=8$  Hz, 2H) yang merupakan proton metilen,  $_{\text{H}}$  5,27 (t,  $J=8$  Hz, 1H) yang merupakan proton metin dan dua proton metil pada  $_{\text{H}}$  1,87 (s, 3H) dan 1,74 (s, 3H) menunjukan adanya gugus prenil. Umumnya ptoton metilen pada gugus prenil terletak pada pergeseran  $_{\text{H}}$  3,2 - 3,6 ppm, namun pada spektra  $^1\text{H}$  NMR senyawa **1** proton metilen muncul lebih downfield (  $_{\text{H}}$  4.0 - 4,2 ppm), hal ini menunjukan bahwa gugus prenil tersebut bertetangga dengan gugus karbonil (Silva, 2005).

Sinyal proton pada pergeseran  $_{\text{H}}$  3,80 (s, 3H) menunjukan adanya proton metoksi pada senyawa **1**, hal ini diperkuat dengan munculnya pergeseran karbon pada  $_{\text{C}}$  62,08 ppm yang merupakan pergeseran khas untuk karbon metoksi. Senyawa **1**



kemungkinan juga memiliki gugus geranil yang ditunjukkan oleh pergeseran proton pada  $^1\text{H}$  3,51 (d,  $J = 8$  Hz, 2H) yang merupakan proton metilen, dua proton metin pada  $^1\text{H}$  5,27 (t,  $J = 8$  Hz, 1H) dan 5,02 (t,  $J = 8$  Hz, 1H), 2,11-2,03 (m), 2,03-1,96 (m), dan tiga proton metil pada  $^1\text{H}$  1,54 (s, 3H), 1,60 (s, 3H) dan 1,82 (s, 3H) (Silva, 2005). Dari data  $^1\text{H}$  NMR dapat diambil dugaan sementara bahwa senyawa **1** memiliki kerangka santon yang tersubstitusi oleh gugus hidroksi terkhelat karbonil, gugus hidroksi berposisi para terhadap karbonil, gugus geranil, dua proton aromatik terisolasi, gugus metoksi dan gugus prenil.

Untuk mengetahui posisi substituen pada senyawa **1**, dilakukan perbandingan data  $^{13}\text{C}$  NMR dan  $^1\text{H}$  NMR pada senyawa santon yang telah ditemukan sebelumnya.

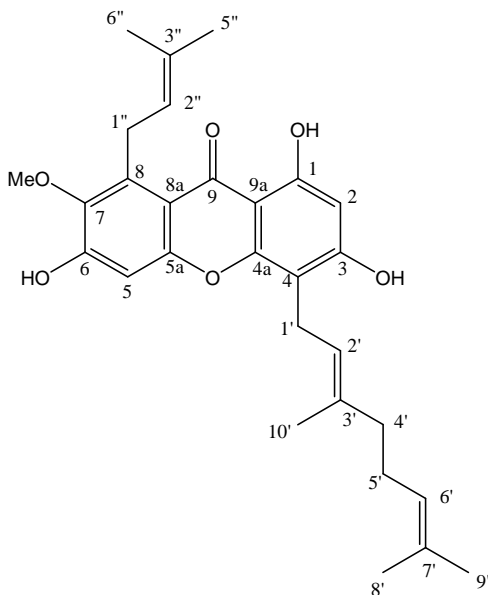
Tabel 4. 1 Perbandingan  $^{13}\text{C}$  NMR dan  $^1\text{H}$  NMR senyawa **1** dengan parvifolisanton C

Posisi C	Senyawa 1		Parvifolisanton C	
	$^{13}\text{C}$ NMR	$^1\text{H}$ NMR	$^{13}\text{C}$ NMR	$^1\text{H}$ NMR
1	161,75		161,7 (s)	
2	98,35	6,24 (s, 1H)	98,5 (d)	6,25 (s, 1H)
3	161,09		138,8 (s)	5,97 (br s)
4	104,16		104,1 (s)	
4a	153,96		154,0 (s)	
5	101,70	6,87 (s, 1H)	101,6 (d)	6,88 (s, 1H)
5a	154,73		154,6 (s)	
6	155, 96		155,8 (s)	
7	142,89		142,7 (s)	
8	137,31		137,1 (s)	
8a	112,21		112,2 (s)	
9	182,43		182,4 (s)	
9a	104,16		104,1 (s)	
1'	21,70	3,51 (d, $J = 8$ Hz, 2H)	21,6 (t)	3,53 (d, $J = 6,6$ Hz, 2H)

Posisi C	Senyawa 1		Parvifolisanton C	
	<sup>13</sup> C NMR	<sup>1</sup> H NMR	<sup>13</sup> C NMR	<sup>1</sup> H NMR
2'	121,64	5,27 (t, <i>J</i> = 8 Hz, 1H)	121,3 (d)	5,28 (mt, <i>J</i> = 6,6 Hz, 1H)
3'	139,06	-	138,8 (s)	
4'	39,84	2,11-2,03 (m)	39,7 (t)	2,09 (m)
5'	26,63	2,03-1,96 (m)	26,4 (t)	2,09 (m)
6'	124,43	5,02 (t, <i>J</i> = 8 Hz, 1H)	123,7 (d)	5,03 (mt, <i>J</i> = 6,6 Hz, 1H)
7'	131,27	-	124,3 (s)	-
8'	17,65	1,54 (s, 3H))	18,0 (q)	1,60 (d, <i>J</i> = 0,9 Hz, 3H)
9'	25,95	1,60 (s, 3H)	25,7 (q)	1,66 (d, <i>J</i> = 0,9 Hz, 3H)
10'	16,48	1,82 (s, 3H)	18,2 (q)	1,89 (d, <i>J</i> = 0,9 Hz, 3H)
1''	26,55	4,09 (d, <i>J</i> =8 Hz, 2H)	26,6 (t)	4,10 (d, <i>J</i> = 6,0 Hz , 3H)
2''	123,7	5,27 (t, <i>J</i> = 8 Hz, 1H)	123,1 (d)	5,27 (mt, <i>J</i> = 6,0 Hz, 1H)
3''	135,81	-	135,7 (s)	-
4''	17,95	1,87 (s, 3H)	18,2 (q)	1,83 (d, <i>J</i> = 1,2 Hz , 3H)
5''	25,60	1,74 (s, 3H)	25,8 (q)	1,70 (d, <i>J</i> = 1,2 Hz , 3H)
1-OH		13,41 (s)		13,35 (s)
7-OCH <sub>3</sub>	62,08	3,80 (s, 3H)	62,1 (q)	3,82 (s)

Dari Tabel 4.1 dapat terlihat bahwa senyawa **1** dan parvifolisanton C memiliki pergeseran proton dan karbon yang hampir sama walaupun terdapat perbedaan pergeseran karbon pada C-3 dan C-7'. Namun senyawa **1** dengan pergeseran <sup>13</sup>C 161,09 (C-3) dan 131,27 (C-7') ini memiliki kecocokan dengan senyawa mangostanasanton I dengan pergeseran <sup>13</sup>C 161,2 (C-3)

dan 130,4 (C-7'), dimana mangostanasanton I ini memiliki struktur cincin B yang sama dengan parvifolisanton C. Hal ini memperkuat dugaan bahwa senyawa **1** memiliki struktur yang mirip dengan parvifolisanton C. Sehingga dapat disarankan struktur senyawa **1** adalah 1,3,6-trihidroksi-7-metoksi-8-(3-metil-2-butenil)-4-(3,7-dimetil-2,6-oktadienil) santon.

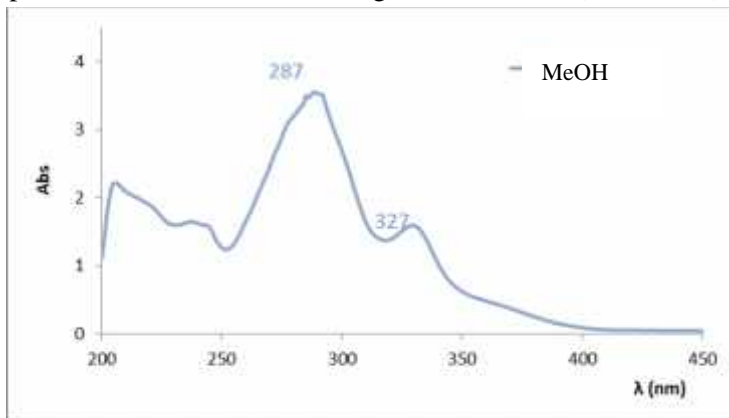


**1**

#### 4.2.2 Penentuan Struktur senyawa 2

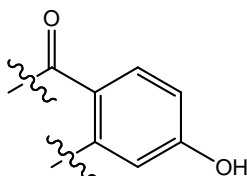
Dari hasil spektroskopi UV senyawa **2** didapatkan puncak serapan pita I pada  $\lambda_{\text{maks}}$  327 nm pita II pada  $\lambda_{\text{maks}}$  287 nm yang dapat dilihat pada Gambar 4.18. Pada puncak serapan pita I menunjukkan adanya eksitasi elektron  $n \rightarrow \pi^*$  yang dapat terjadi pada gugus heteroatom yang terkonjugasi pada ikatan rangkap atau pada cincin aromatik ( $-C=C-C=O$ ), sedangkan puncak serapan pada pita II menunjukkan adanya eksitasi elektron  $\pi \rightarrow \pi^*$

yang dapat terjadi pada ikatan rangkap yang terkonjugasi pada sistem aromatik ( $=C-C=C-C$ ). Dari hasil ini, struktur senyawa **2** dapat disarankan memiliki kerangka dasar santon (Scott,1964).

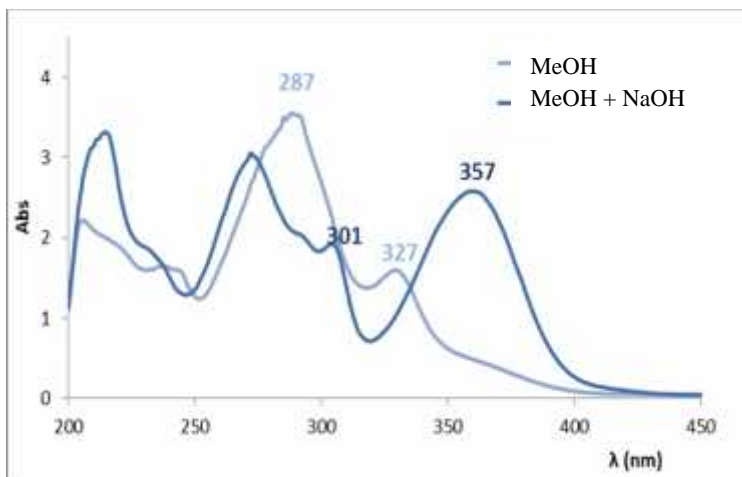


Gambar 4. 18 Spektrum UV Senyawa **2** dengan pelarut MeOH

Pengukuran spektroskopi UV selanjutnya dilakukan dengan penambahan pereaksi geser NaOH. Setelah penambahan NaOH dapat terlihat adanya pergeseran batokromik pita I dari  $\lambda_{\text{maks}}$  327 ke 357 nm dan pita II dari  $\lambda_{\text{maks}}$  287 ke 301 nm (Gambar 4.20). Adanya pergeseran ini menunjukkan terdapat gugus hidroksi (-OH) yang tersubstitusi pada posisi para terhadap gugus karbonil yang mengakibatkan terjadinya kesetimbangan keto-enol (Gambar 4.12). Gugus hidroksi (O-H) berposisi para terhadap karbonil yang terjadi pada kerangka santon dapat ditunjukkan oleh Gambar 4.19.

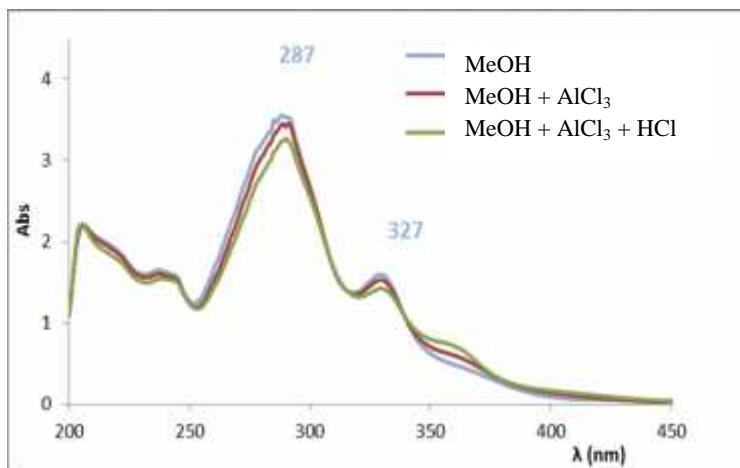


Gambar 4. 19 Struktur gugus hidroksi berposisi para terhadap karbonil



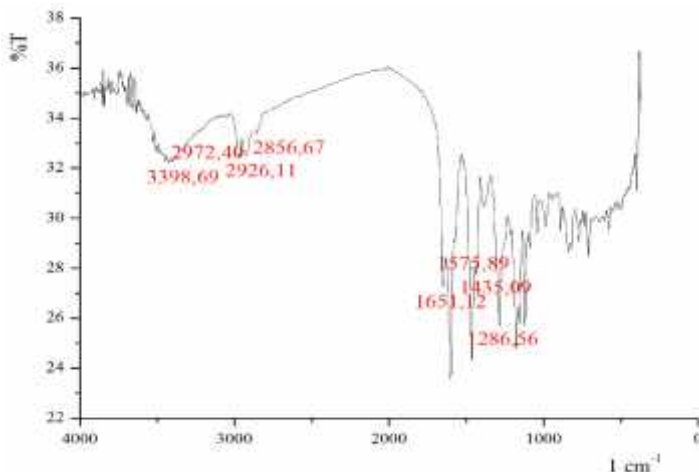
Gambar 4. 20 Spektrum UV Senyawa **2** dengan pelarut MeOH + pereaksi geser NaOH

Selain penambahan pereaksi geser NaOH, juga dilakukan penambahan  $\text{AlCl}_3$  dan HCl untuk mengetahui keberadaan gugus hidroksi terkhelat dengan karbonil dan gugus orto hidroksi. Dari hasil penambahan  $\text{AlCl}_3$  tidak terdapat pergeseran pita I maupun pita II, sehingga penambahan pereaksi geser  $\text{AlCl}_3$  ini tidak dapat menunjukkan adanya gugus hidroksi (O-H) terkhelat dengan karbonil (C=O) (Gambar 4.21). Selain itu, hal yang sama juga terjadi saat penambahan pereaksi geser HCl, dimana tidak terdapat pergeseran puncak pita I dan II. Tidak terjadinya pergeseran ini menunjukkan tidak terdapat gugus dihidroksi yang berposisi orto pada senyawa **2**.



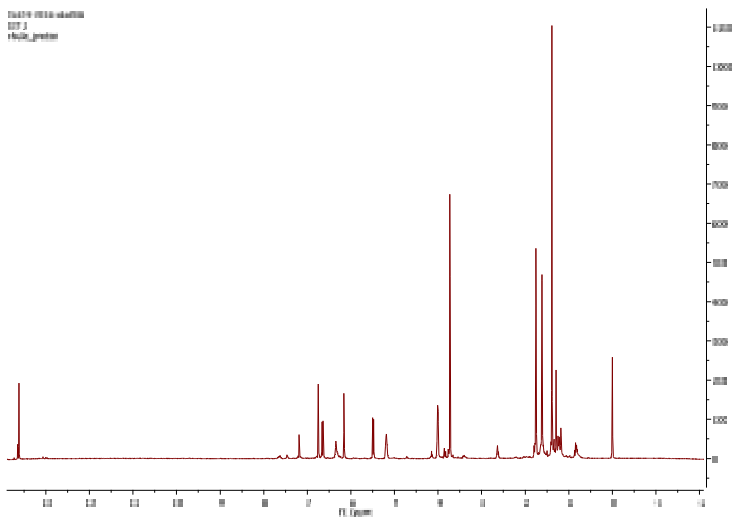
Gambar 4. 21 Spektrum UV Senyawa **2** dengan pelarut MeOH + pereaksi geser AlCl<sub>3</sub> dan HCl

Dugaan adanya gugus hidroksi (O-H) yang berposisi para terhadap karbonil (C=O) diperkuat dengan spektroskopi IR (Gambar 4.22), dimana muncul puncak pada bilangan gelombang 3398,69 cm<sup>-1</sup> yang merupakan puncak khas untuk gugus hidorksi (-OH) bebas dan pada 1286,56 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan puncak khas untuk gugus (C-O). Kemudian adanya heteroatom yang terkonjugasi pada sistem aromatik diperkuat dengan munculnya puncak serapan pada 1651,12 cm<sup>-1</sup> yang merupakan puncak khas untuk gugus karbonil (C=O) dan puncak pada 1575,89 – 1435,09 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya ikatan rangkap C=C dalam sistem aromatik. Selain puncak-puncak tersebut, juga muncul puncak-puncak lain pada spektroskopi IR, diantaranya pada 2972,40 cm<sup>-1</sup>, 2926,11 cm<sup>-1</sup> dan 2856,67 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya gugus metil (C-H sp<sup>3</sup>) yang dapat berasal dari gugus metoksi, metil maupun prenil/geranil.

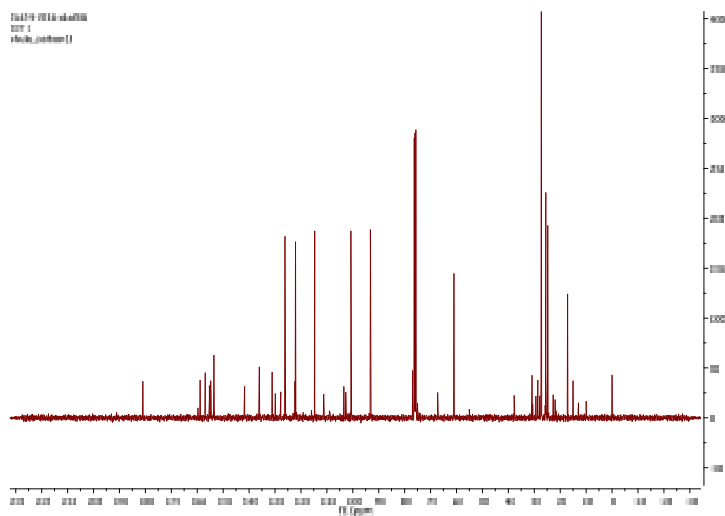


Gambar 4. 22 Spektrum IR senyawa **2** dalam pelet KBr

Hasil dugaan sementara struktur senyawa **2** berdasarkan spektroskopi UV dan IR bahwa senyawa **2** tersubstitusi gugus hidroksi berposisi para terhadap karbonil dan kemungkinan adanya gugus metoksi, metil maupun prenil/geranil dianalisis lebih lanjut dengan spektroskopi  $^1\text{H}$  NMR (Gambar 4.23) dan  $^{13}\text{C}$  NMR (Gambar 4.24). Dari hasil analisa pergeseran puncak pada proton NMR, diketahui bahwa terdapat gugus hidroksi terkhelat dengan karbonil yang ditunjukkan dengan munculnya puncak pada pergeseran proton  $_{\text{H}}$  13,69 (s, 1H) yang merupakan pergeseran khas untuk proton hidroksi yang terkhelat dengan karbonil pada senyawa santon. Adanya gugus karbonil ini juga dapat terlihat dari munculnya puncak pergeseran karbon  $_{\text{C}}$  182 pada  $^{13}\text{C}$  NMR.



Gambar 4. 23 Spektra  $^1\text{H}$  NMR Senyawa **2** dalam  $\text{CDCl}_3$



Gambar 4. 24 Spektra  $^{13}\text{C}$  NMR Senyawa **2** dalam  $\text{CDCl}_3$

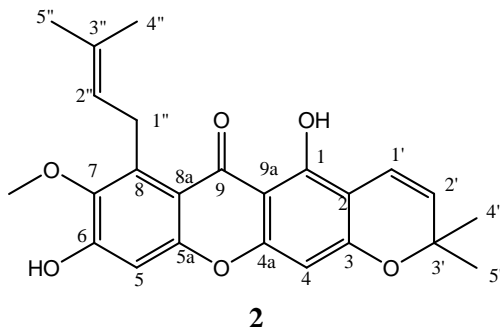


Dari spektra  $^1\text{H}$  NMR Gambar 4.23 dan spektra  $^{13}\text{C}$  NMR Gambar 4.24 dapat diketahui bahwa senyawa **2** memiliki 12 jenis proton dan memiliki 24 atom karbon. Hasil analisis spektra IR yang menunjukkan adanya C-H  $\text{sp}^3$  (alifatik) yang dapat berasal dari metoksi, metil ataupun prenil/geranil pada senyawa **2** diperkuat dengan munculnya sinyal proton pada  $_{\text{H}} 3,80$  (s,3H) yang merupakan puncak khas untuk proton metoksi. Selain itu juga terdapat kelompok proton prenil pada  $_{\text{H}} 4,08$  (d,  $J=5,8$  Hz, 2H) yang merupakan proton metilen,  $5,25$  (t,  $J=5,8$  Hz, 1H) yang merupakan proton metin dan dua proton metil pada  $1,83$  (s, 3H) dan  $1,69$  (s,3H). Kemudian terdapat juga kelompok proton yang menunjukkan adanya gugus kromen pada  $_{\text{H}} 6,72$  (d,  $J = 10$  Hz, 1H) dan  $5,56$  (d,  $J = 10$  Hz,1H) yang merupakan metilen serta proton metil dengan intensitas tinggi pada  $1,46$  (s,6H) yang menunjukkan bahwa metil tersebut memiliki lingkungan dan tetangga yang identik. Hal ini diperkuat dengan munculnya pergeseran karbon pada  $_{\text{C}} 115,86$  dan  $127,27$  ppm yang merupakan karbon vinil, pada  $_{\text{C}} 78,08$  ppm yang merupakan karbon kuartener serta  $28,46$  ppm yang merupakan karbon metil, dimana ketiga pergeseran karbon tersebut khas pada gugus kromen (Silva, 2005).

Kemudian juga muncul dua proton aromatik terisolasi pada  $_{\text{H}} 6,23$  (s,1H) dan  $6,82$  (s, 1H). Dari analisa proton dan karbon berdasarkan spektra NMR dapat di buat dugaan sementara struktur senyawa **2**. Dimana senyawa **2** ini tersubstitusi oleh satu gugus prenil, satu gugus metoksi, satu gugus hidroksi terkhelat, satu gugus prenil yang tersiklisasi oksidatif membentuk cincin kromen dan dua proton aromatik. Ketika dianalisis dari kelaziman substituen yang tersubstitusi pada kerangka santon, maka terdapat delapan posisi C yang dapat terisi oleh gugus substituen. Dimana dari analisa UV, IR dan NMR baik proton maupun karbon masih

terdapat sisa satu posisi C yang belum diketahui substituenya. Untuk mengetahui posisi dari dugaan substituen yang tersubstitusi pada kerangka santon, dilakukanlah perbandingan data pergeseran proton dan karbon senyawa **2** dengan senyawa yang telah diketahui sebelumnya. Dimana senyawa santon yang memiliki substituen yang sama dengan senyawa **2** adalah kalabasanton (Trisuwan dan Ritthiwigrom, 2012). Hasil perbandingan data pergeseran proton dan karbon dari senyawa **2** dan kalabasanton ditunjukkan oleh Tabel 4.2.

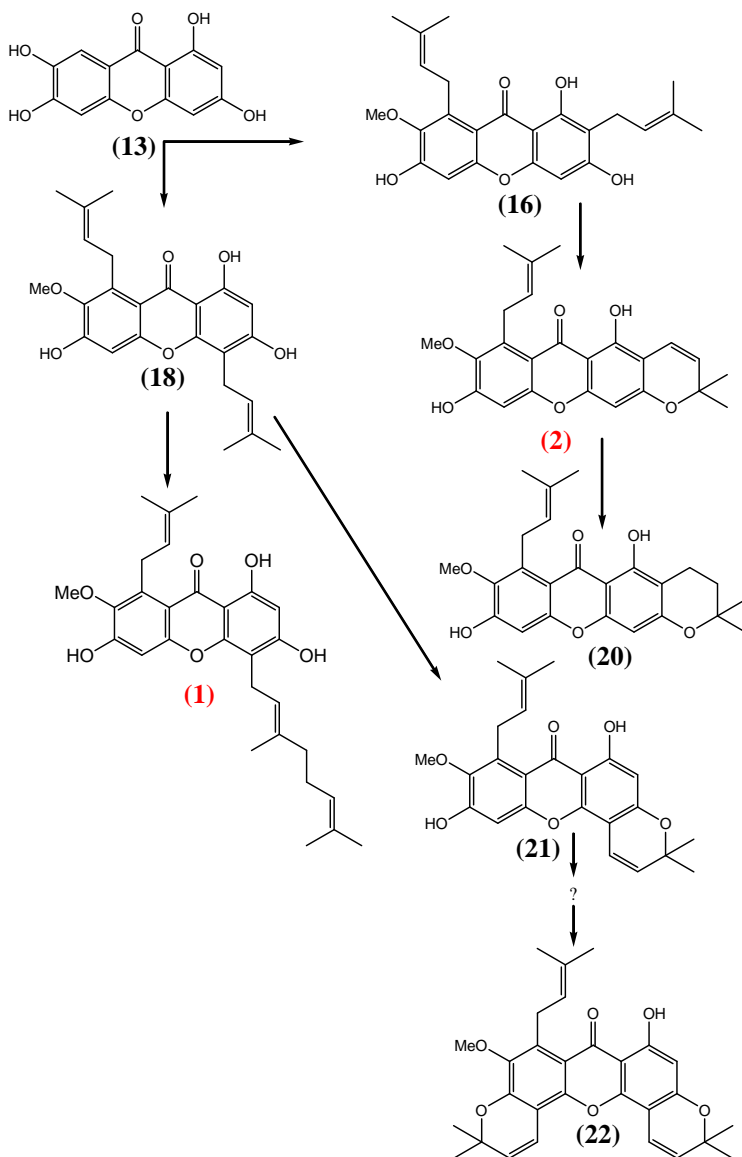
Dari Tabel 4.2 dapat terlihat bahwa senyawa **2** dan kalabasanton memiliki pergeseran proton dan karbon yang relatif sama. Hal ini memperkuat dugaan bahwa senyawa **2** memiliki struktur yang mirip dengan kalabasanton. Sehingga dapat disarankan struktur senyawa **2** adalah 1,3,6-trihidroksi-7-metoksi-8-(3-metil-2-butenil)-4-(3,7-dimetil-2,6-oktadienil) santon.



Tabel 4. 2 Perbandingan senyawa **2** dengan kalabasanton

Posisi C	Kalabasanton		Senyawa <b>2</b>	
	<sup>13</sup> C-NMR	<sup>1</sup> H-NMR	<sup>13</sup> C-NMR	<sup>1</sup> H-NMR
1	157,8		158,08	
2	104,4		104,64	
3	159,8		160,03	
4	94,0	6,24 (1H, s)	94,3	6,23 (1H, s)
4a	156,1		156,43	
5	101,6	6,83 (1H, s)	101,83	6,82 (1H, s)
5a	155,6		155,89	
6	154,5		154,75	
7	142,7		142,84	
8	136,9		137,16	
8a	112,1		112,35	
9	181,8		182	
9a	103,6		103,88	
1'	115,6	6,73 (1H, d, <i>J</i> = 9,9 Hz)	115,86	6,72 (1H, d, <i>J</i> = 10,0 Hz)
2'	126,9	5,57 (1H, d, <i>J</i> = 9,9 Hz)	127,27	5,56 (1H, d, <i>J</i> = 10,0 Hz)
3'	77,8	-	78,08	-
4'	28,3	1,46 (6H, s)	28,46	1,46 (6H, s)
5'	28,3	1,46 (6H, s)	28,46	1,46 (6H, s)
1''	26,5	4,09 (2H, d, <i>J</i> = 6,6 Hz),	26,69	4,08 (2H, d, <i>J</i> = 5,8 Hz)
2''	123,1	5,27 (1H, brt, <i>J</i> = 6,6 Hz)	123,28	5,25 (1H, t, <i>J</i> = 5,8 Hz)
3''	131,8	-	132,28	-
4''	25,6	1,70 (3H, s)	25,94	1,69 (3H, s)
5''	18,1	1,83 (3H, s)	18,35	1,83 (3H, s)
1-OH	-	13,70 (1H, s)	-	13,69 (1H, s)
7-OCH <sub>3</sub>	61,8	3,83 (3H, s)	62,17	3,80 (3H, s)

Setelah dilakukan pemetaan terhadap kedua senyawa tersebut, maka dapat disarankan jalur biogenesis baru pembentukan senyawa santon dari *Garcinia tetrandra* Pierre seperti pada Gambar 4.25. Dari jalur biogenesis pada Gambar 4.25 dapat diketahui bahwa kedua senyawa tersebut dapat melengkapi dan memperkaya afinitas senyawa santon dari *G. tetrandra* Pierre. Hal ini terlihat dari ditemukan senyawa **2** yang merupakan hasil siklisasi oksidarif dari gugus prenil yang tersubstitusi pada C-2 senyawa **16** membentuk cincin kromen dengan atom oksigen dari gugus hidroksi yang tersubstitusi pada C-3. Senyawa **2** ini juga merupakan prekursor pembentukan senyawa **20**, dimana senyawa **20** terbentuk dari hasil dehidrogenasi cincin kromen pada senyawa **2**. Selain itu, ditemukan juga senyawa **1** yang merupakan santon tergeranilasi pada posisi C-4, dimana senyawa ini adalah turunan dari senyawa **18**. Dengan ditemukannya senyawa **1**, dapat disarankan jalur baru dalam pembentukan senyawa santon dari *G. tetrandra* Pierre. Hal ini membuka peluang baru untuk ditemukannya senyawa santon lain yang dapat memperkaya afinitas senyawa santon pada *G. tetrandra* Pierre.



Gambar 4. 25 Saran jalur biogenesis pembentukan senyawa xanton dalam *Garcinia tetrandra* Pierre baru dengan senyawa 1 dan 2

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Telah berhasil diisolasi senyawa **1** yaitu parvifolisanton C dan senyawa **2** yaitu kalabasanton dari ekstrak CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> kulit batang *Garcinia tetrandra* Pierre. Kedua senyawa tersebut dapat melengkapi dan memperkaya afinitas kimia senyawa santon dari *Garcinia tetrandra* Pierre.

#### **5.2 Saran**

Dari hasil saran pemetaan pembentukan senyawa santon pada *G. tetrandra* Pierre dan kedua senyawa santon yang telah ditemukan (Gambar 4.25), membuka peluang baru untuk ditemukannya senyawa santon lain. Sehingga penelitian tentang tumbuhan *Garcinia tetrandra* Pierre ini perlu dilanjutkan untuk mendapatkan senyawa-senyawa santon lain yang dapat memperkaya afinitas kimia senyawa santon dari tumbuhan *Garcinia tetrandra* Pierre.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, Varsha., Desai, Sonal., 2015, “*Centrifugally accelerated thin layer chromatography for isolation of marker Compounds and bioactives*”, *Pharmacognosy and Phytochemistry* , 3 (6): 145-149
- Ampofo, S.A., Waterman, P.G., 1986, “*Xanthoness from Three Garcinia Species*”, *Phytochemistry*, 25 (10) 2351–2355.
- Astuti,S.E., 2005, “Dua Diprenilsanton pada Kulit Batang Wadung (*Garcinia tetrandra* Pierre)”, Skripsi, ITS, Surabaya
- Boonnak, Nawong., Karalai, Chatchanok., Chantrapromma, Suchada., Ponglimanont, Chanita., Fun, Hoong-Kun., Kanjana-Opas, Akkharawit., Chantrapromma, Kan., Kato, 2009, “*Anti-Pseudomonas aeruginosa xanthoness from the resin and green fruits of Cratoxylum cochinchinense*”. *Tetrahedron*, 65 (2009) 3003-3013
- Cannell, Richard J.P, 1998, “*Natural Products Isolation Methods in Biotechnology*” ; 4. Totowa : Humana Press.
- Chun-hui , Yang., MA Li ., Zhen-ping, Wei., Feng, Han., Jing, Gao., 2012, “*Advances in Isolation and Synthesis of Xanthone Derivatives*”, *Chinese Herbal Medicines* , 4(2): 87-102
- Creswell, Clifford, J., Runquist,O. A., 1982, “*Analisis Spektrum Senyawa Organik*”, Edisi kedua , ITB, Bandung
- Ersam, T., 2001, “*Senyawa Kimia Mikromolekul Beberapa Tumbuhan Artocarpus Hutan Tropika Sumatra Barat*”, Disertasi, ITB, Bandung.
- Fessenden, R.J, Fessenden, J.S, 1986, “*Organic Chemistry, 3th edition*”, Brooks/Cole Publishing Company, California.
- Furniss et al, 1989, “*Vogel’s TextBook of Practical Organic Chemistry, 5th*”. Cole Publishing, California, 183, 696.

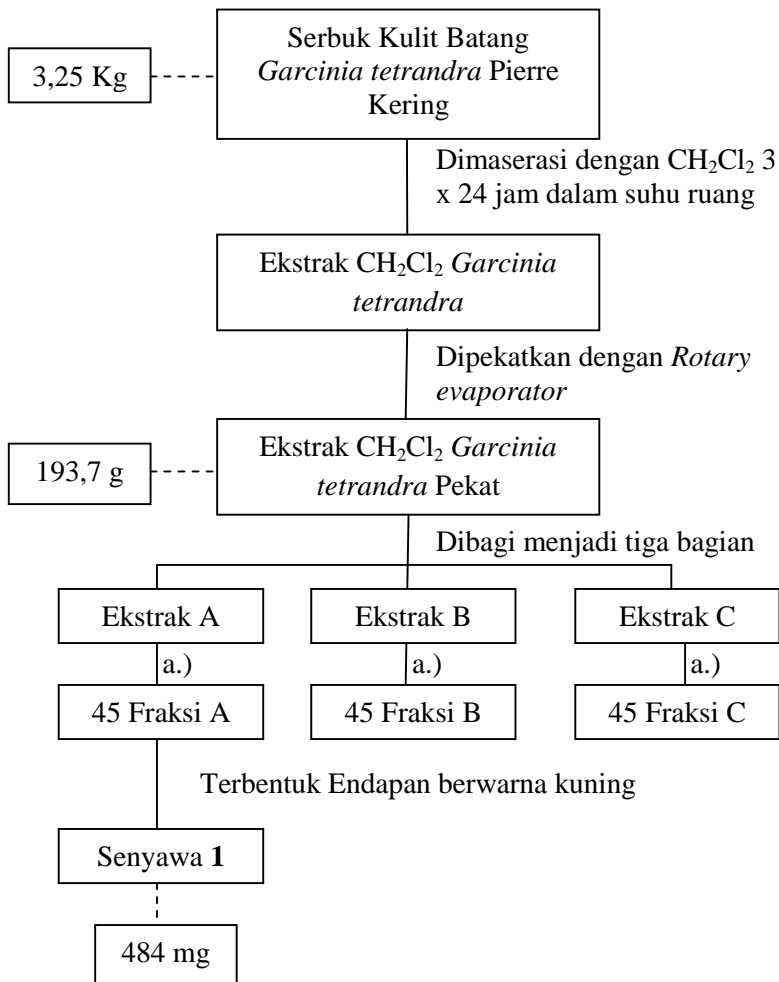
- Harborne, J.B., 1987, "Metode Fitokimia", Edisi ke dua, ITB, Bandung.
- Hart, H., 1983, "*Organic Chemistry A Short Course, Sixth edition*", Houghton Mifflin Company, Boston
- Harvey, David, 2000, "*Modern Analytical Chemistry*". The McGraw-Hill Companies. USA.
- Heyne, K., 1987, "Tumbuhan Berguna Indonesia", Yayasan Sarana Wana Jaya, Jakarta
- Hostettmann, K., Hostettmann, M. dan Marston, A, 1995, Cara Kromatografi Preparatif. Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata. Bandung : Penerbit ITB. Halaman 9-11, 33
- Kosela, S., Hu, L., Rachmatia, T., Hanafi, M., and Sim, K., 2000, "*Dulxanthones F-H, three new pyranoxanthones from *Garcinia dulcis**". J. Nat. Prod. 63. 406-407
- Kubitzki, K., 2007 , "*The Families and Genera of Vascular Plants*", Springer-Verlag Berlin Heidelberg Germany
- Lannang A. M., Komguem J., Ngninzeko F.N., Tangmouo J. G., Lontsi D., Ajaz A., Choudhary M. I., Ranjit R., Devkota K. P. Adn Sondengam B. L, 2005 , "*Bangaxanthone A and B, two xanthones from the stem bark of *Garcinia polyantha* Oliv*". *Phytochemistry* 66, 2351-2355
- Maulina,D ., Ersam T., 2006, "Santon Diprenilasi dan terprenilasi dari Fraksi Kloroform Kulit Batang *Garcinia tetrandra* Pierre, Posiding Seminar Nasional Kimia, Universitas Negeri Surabaya, hal 162-17"
- Meilani, A., 2006, "Santon Terprenilasi dan Tersiklasi Baru Fraksi No-polar dari Ekstrak n-Heksan pada Akar *Garcinia tetrandra* Pierre", Skripsi,ITS, Surabaya
- Merza, J.,Aumond, M. C., Rondeau, D., Dumontet, V., Le Ray, A.M., Seraphin, D., and Richomme, P, 2004, "

- Prenylated xanthenes and tocotrienols from Garcinia virgata*", *Phytochemistry*, 65, 2915-2920
- Mogea, J.P., Gandawidjaya, D. Wiriadinata, H. Nasution, dan R.E. Irawati, 2001, *Tumbuhan langka Indonesia*. Puslitbang Biologi LIPI. Bogor. Indonesia
- Parker, S.P., 1997, "*Chemistry Dictionary*", International Edition, Mac Graw Hill Book Company, New York.
- Pattalung, P., Thogtheeraparp, W., Wiriyaচিত্রা, P., and Taylor, W.C, 1994, "*Xanthenes of Garcinia cowa*", *Planta Med.* 60 (4), 365-368
- Peres, V., Nagem, T. J., and Oliveria, F. F, 2000, "*Tetraoxygenated naturally occuring xanthenes*", *Phytochemistry*. 55, 683-710.
- Peres, V. dan Nagem, T. J., 1997, "*Trioxygenated Naturally occuring Xanthenes*", *Phytochemistry*, 44, 191-214.
- Poole, C.F., Salwa, K., 1991, *Chromatography Today*, Elsevier Science Publisher, Amsterdam.
- Purwaningsih, Y., 2006, "Dua Senyawa Santon sebagai Antioksidan dari Kayu Batang *Garcinia tetrandra* Piere", *Kimia*, ITS, Surabaya
- Riyanto, A., 2006, "Isolasi dan Uji Antibakterial Senyawa Santon dari Kayu Akar *Garcinia tetrandra* Pierre", Tesis, Program Studi Magister Kimia, Jurusan Kimia, FMIPA, ITS, Surabaya
- Rizani, N. dan Ersam T., 2006, "Dua Senyawa Santon Diprenilasi dari Ekstrak Diklorometana Kulit Akar *Garcinia tetrandra* Pierre", *Prosiding Seminar Nasional Kimia* (Unesa Surabaya), 4 Februari, 370-378
- Scott, A.I., 1964, "*Interpretation of Ultraviolet Spectra of Natural Products*", Pergamon Press, New York
- Silva, A. M. S ., 2005, "*Stucture Elucidation of Xanthone Derivatives: Studies of Nuclear Magnetic Resonance*

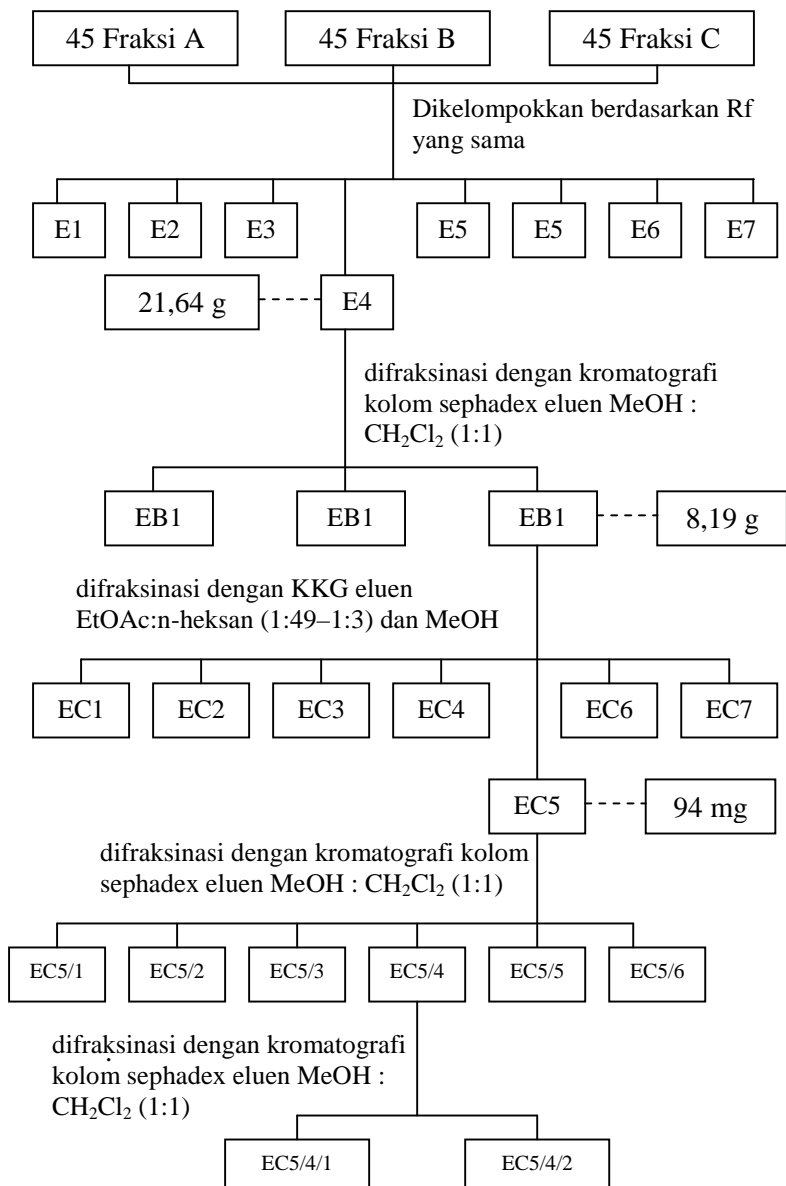
- Spectroscopy*”, *Current Medical Chemistry* 12, 2481-2497.
- Silverstein, R. M., Webster, F., and Kiemle, D. 2005. “*Spectrometric Identification of Organic Compounds 7th Edition*”. John Wiley and Sons, Inc.
- Sumaryono, W., 1999, "Produksi Metabolit Sekunder Tanaman Secara Bioteknologi", Prosiding Seminar Nasional Kimia Bahan Alam 1999 , Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta
- Rukachaisirikul , Vatcharin., Naklue, Wanpen., Phongpaichit, Souwalak., Towatana, Nongporn Hutadilok., Maneenoon, Katesarin., 2006, “*Phloroglucinols, depsidones and xanthones from the twigs of Garcinia parvifolia*”, *Tetrahedron*, 62 (2006). 8578-8585.
- Taman Nasional Meru Betiri, 2002, “*Laporan Identifikasi dan Infentarisasi Taman Obat di Taman Nasional Meru Betiri*”. Departemen Kehutanan Direktur Jendral Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam Taman Nasional Meru Betiri, Jember.
- Trisuwana, K. dan Ritthiwigron, T., 2012, “*Benzophenone and Xanthone Derivatives from the Inflorescences of Garcinia cowa*”. *Archives of Pharmacal Reserch* Vol 35, No 10, 1733-1738, 2012.
- Underwood, A.L., Day, R. A, 2001, “*Analisis Kimia Kuantitas*”, Jakarta : Erlangga.
- Wijayanto, B. dan Ersam, T, 2006, “Isolasi 1,3,6- trihidroksi-7-metoksi-2-(3-metoksi-3-metilbutenil-1)-8-isoprenilsanton dari Fraksi Polar Diklorometana pada Ekstrak Metanol kulit Batang Wadung (*Garcinia tetranda* Pierre.)”, Prosiding Seminar Nasional Kimia (Unesa Surabaya), 4 Februari, 114-122

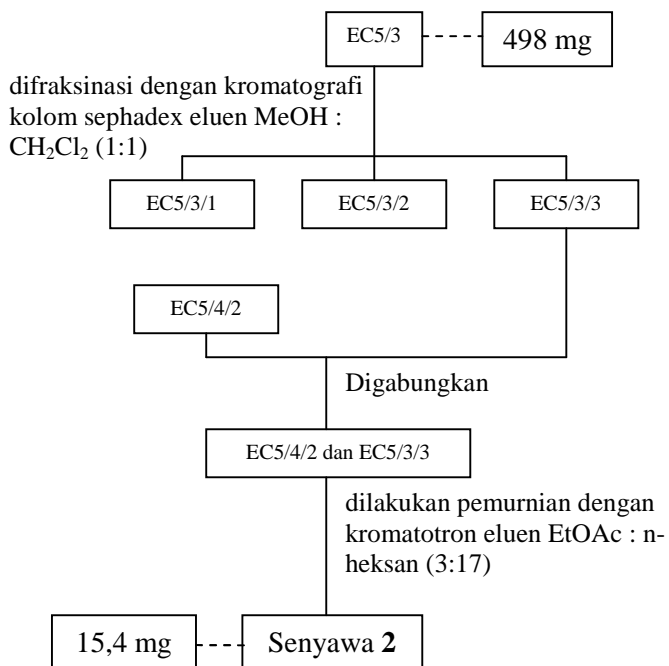
## Lampiran 1

### Skema Kerja



a). Dilakukan KCV (eluen: n-Heksan ,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  : n-Heksan (1:9 – 6:4) , EtOAc : n-Heksan (3:17, 7:13), EtOAc,  $\text{CH}_3\text{OH}$ )





*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## Lampiran 2

**Tabel data Spektroskopi Senyawa**

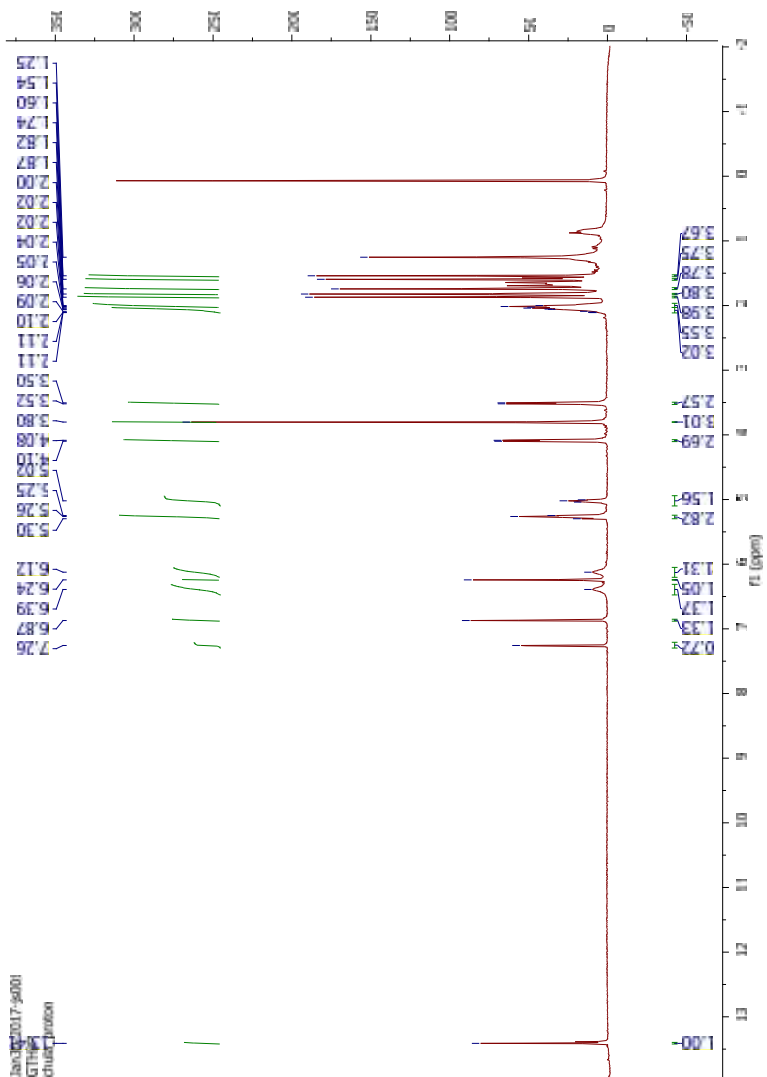
Senyawa 1	
Spektroskopi UV (MeOH) $\lambda_{\max}$	243, 261, 315, 358 nm ; (MeOH + NaOH) $\lambda_{\max}$ 360, 373 nm ; (MeOH+AlCl <sub>3</sub> ) $\lambda_{\max}$ 267, 279, 338, 408 ; (MeOH+AlCl <sub>3</sub> +HCl) Tetap.
Spektroskopi IR (KBr) $\nu_{\max}$ (cm <sup>-1</sup> )	3392,9; 2968,55; 2920,32; 2854,74; 1656,9; 1512,24; 1427,37dan 1294,28
<sup>1</sup> H NMR (400 MHz, CDCl <sub>3</sub> )	13.41 (s, 1H, OH-1), 6.87 (s, 1H, H-5), 6.24 (s, 1H, H-2), 5.27 (t, <i>J</i> = 8 Hz, 1H, H-2'), 5.02 (t, <i>J</i> = 8 Hz, 1H, H-6'), 4.09 (d, <i>J</i> = 8 Hz, 1H, H-2''), 3.80 (s, 2H, OCH <sub>3</sub> - 7), 3.51 (d, <i>J</i> = 8 Hz, 1H, H-1'), 2.11 – 2.03 (m, 1H, H-5'), 2.03 – 1.96 (m, 1H, H-4'), 1.87 (s, 1H, H- 4''), 1.82 (s, 1H,10'), 1.74 (s, 1H, H-5''), 1.60 (s, 1H, H-9'), 1.54 (s, 1H, H-8').
<sup>13</sup> C NMR (101 MHz, CDCl <sub>3</sub> )	182.43, 161.75, 161.09, 155.96, 154.73, 153.96, 142.89, 139.06, 137.31, 135.81, 134.69, 131.43, 124.43, 123.32, 121.64, 112.21, 104.16, 101.70, 98.51, 77.48, 77.16, 76.84, 62.23, 39.84, 26.70, 26.63, 25.95,

	25.76, 21.80, 18.10, 17.80, 16.64.
<b>Senyawa 2</b>	
Spektroskopi UV (MeOH) $\lambda_{\max}$	267 dan 327 nm ; (MeOH + NaOH) $\lambda_{\max}$ 301 dan 357 nm ; (MeOH+AlCl <sub>3</sub> ) tetap ; (MeOH+AlCl <sub>3</sub> +HCl) Tetap.
Spektroskopi IR (KBr) $\nu_{\max}$ (cm <sup>-1</sup> )	3398,69; 2972,40; 2926,11; 2856,67; 1651,12; 1575,89; 1435,09 dan 1286,28
<sup>1</sup> H NMR (400 MHz, CDCl <sub>3</sub> )	6,23 (1H, s), 6,82 (1H, s), 6,72 (1H, d, <i>J</i> = 10,0 Hz), 5,56 (1H, d, <i>J</i> =10,0 Hz), 1,46 (6H, s), 1,46 (6H, s), 4,08 (2H, d, <i>J</i> =5,8 Hz), 5,25 (1H, t, <i>J</i> =5,8 Hz), 1,69 (3H, s), 1,83 (3H,s), 13,69 (1H,s), 3,80 (3H, s)
<sup>13</sup> C NMR (101 MHz, CDCl <sub>3</sub> )	158,08; 104,64; 160,03; 94,3; 156,43; 101,83; 155,89; 154,75; 142,84; 137,16; 112,35; 182; 103,88; 115,86; 127,27; 78,08; 28,46; 28,46; 26,69; 123,28; 132,28; 25,94; 18,35; 62,17

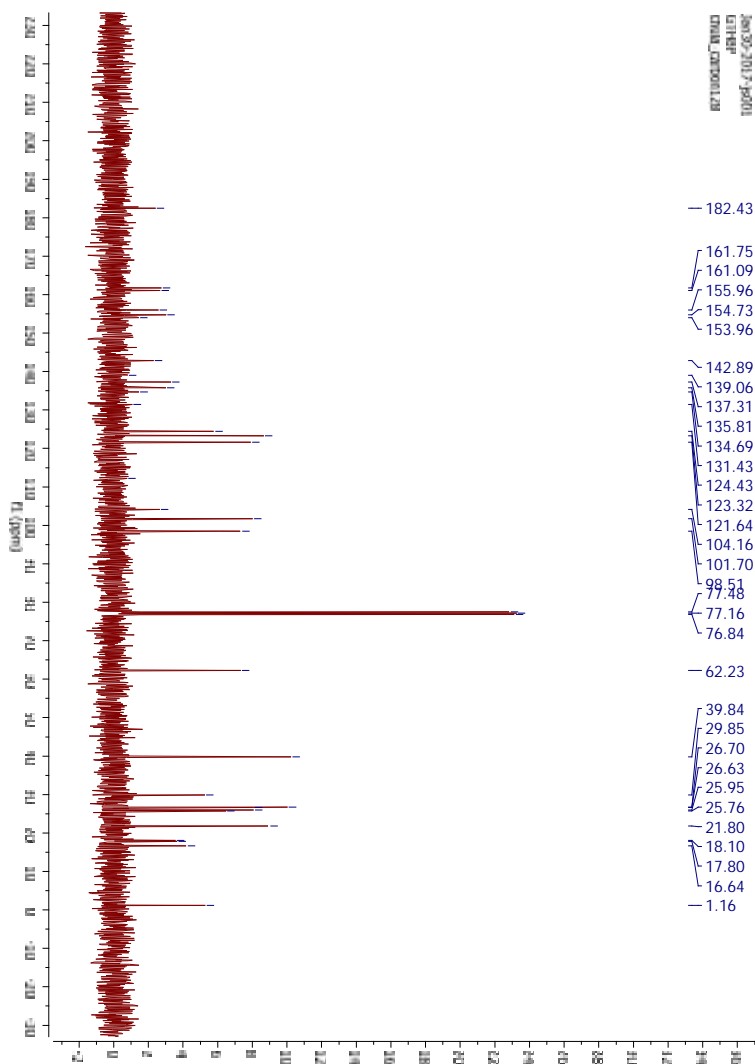
### Lampiran 3

### Spektra $^1\text{H}$ NMR dan $^{13}\text{C}$ NMR

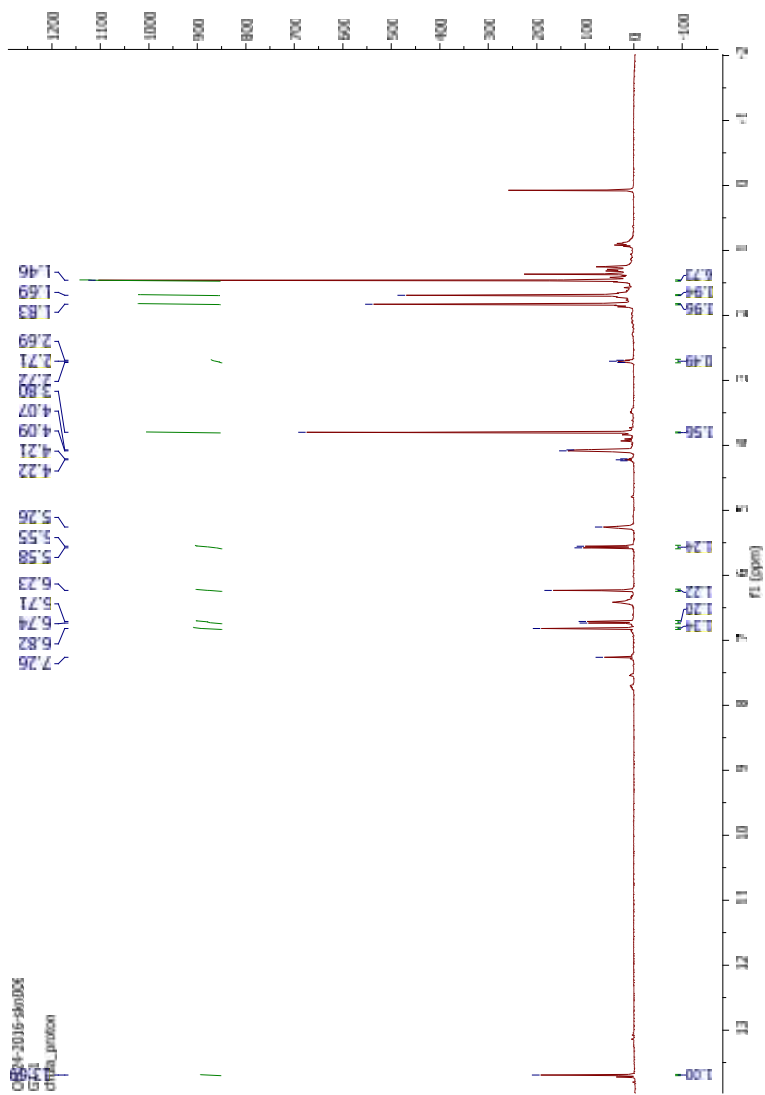
#### a. $^1\text{H}$ NMR Senyawa 1



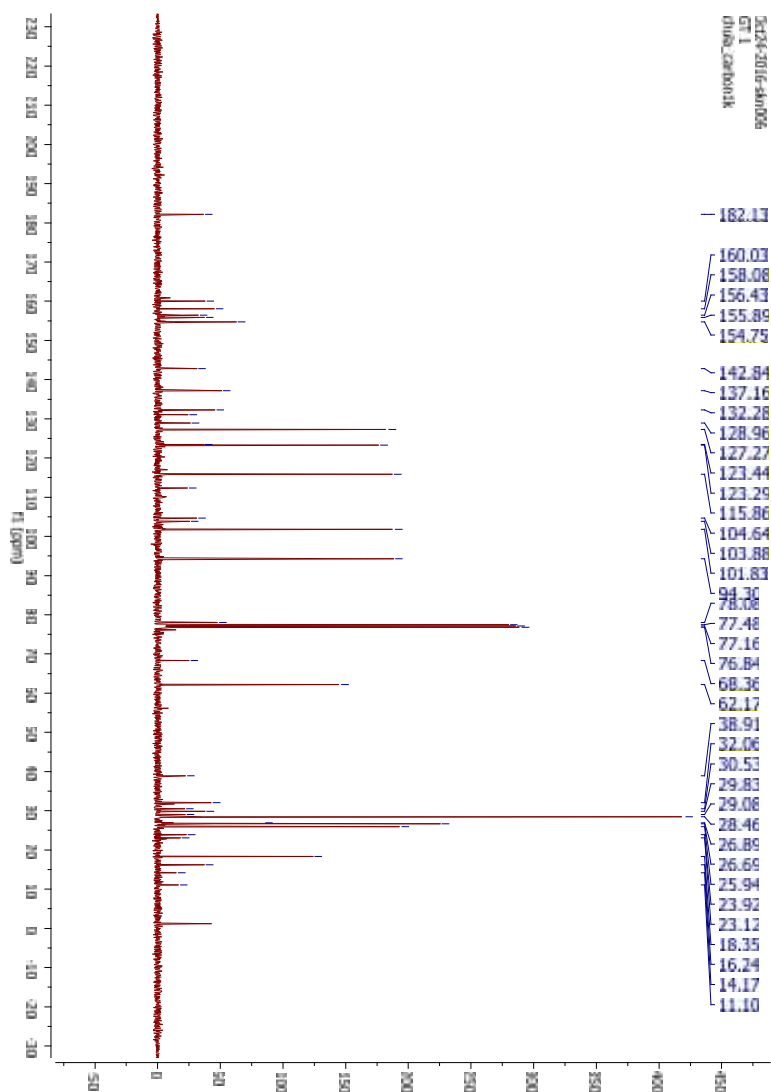
b.  $^{13}\text{C}$  NMR Senyawa 1



c.  $^1\text{H}$  NMR Senyawa **2**



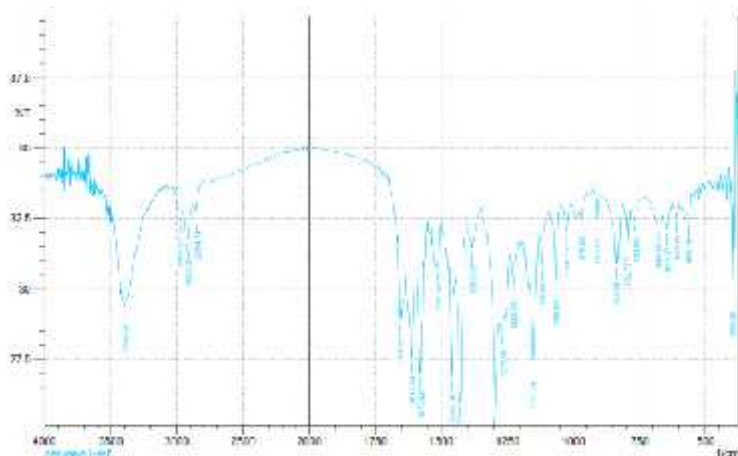
d.  $^{13}\text{C}$  NMR Senyawa 2



## Lampiran 4

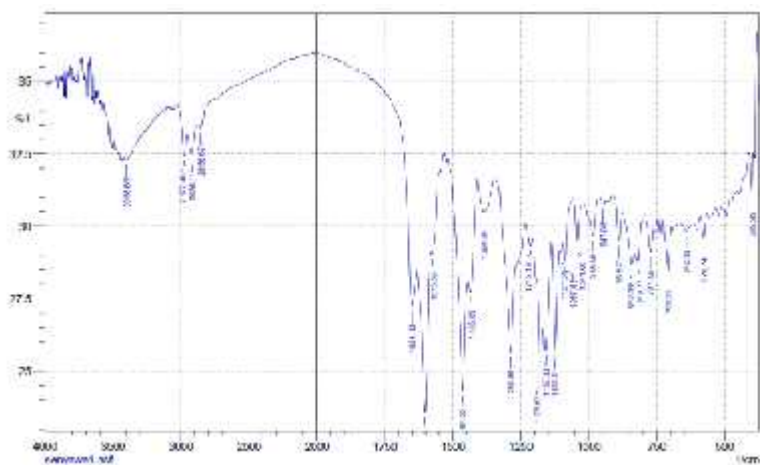
## Spektra IR

### a. Spektra IR senyawa 1



	Peak	Intensity	Conv. Intensity	Base [H]	Base [L]	Area	Conv. Area
1	3391.28	29.8	3.644	433.14	335.47	3.856	0.168
2	3052.16	32.367	3.622	574.31	523.39	10.352	0.352
3	3001.85	32.534	3.35	625.23	623.74	9.348	0.326
4	2940.17	32.397	3.575	635.23	633.45	12.333	0.391
5	2800.99	32.223	3.108	682.82	683.53	9.467	0.326
6	2768.82	32.385	3.77	735.15	737.91	10.332	0.375
7	2527.77	31.507	1.232	830.41	833.11	8.414	0.128
8	2362.08	33.887	3.978	895.27	895.21	26.196	0.228
9	2110.43	32.340	1.945	927.79	933.07	16.552	0.122
10	1710.23	32.138	3.783	877.84	950.94	13.037	0.326
11	1625.16	32.361	3.939	1049.31	1210.73	18.762	0.185
12	1609.6	30.160	2.709	1357.76	1349.11	20.997	0.490
13	1522.88	30.914	1.287	1120.32	1291.75	19.152	0.175
14	1451.54	27.315	3.458	1168.34	1130.32	18.441	0.894
15	1268.7	33.138	1.171	1250.34	1205.25	16.725	0.242
16	1273.06	29.454	3.454	1260.78	1263.42	9.417	0.154
17	1254.28	25.702	3.71	1344.43	1282.71	32.411	0.156
18	1203.01	31.415	1.684	1402.3	1350.72	26.594	0.115
19	1127.37	25.302	5.289	1117.75	1170.21	18.821	1.104
20	1047.16	26.805	3.46	1469.81	1454.35	8.401	0.415
21	1013.24	33.758	3.708	1511.17	1524.35	7.571	0.24
22	1077.82	26.375	2.225	1508.18	1573.37	11.435	0.769
23	1013.54	27.507	3.684	1857.85	1866.01	17.601	0.754
24	1002.91	28.305	1.21	1834.55	1550.25	7.264	0.112
25	984.74	32.576	3.415	2068.24	2077.55	43.147	0.001
26	922.32	31.734	1.065	2353.12	2336.24	41.573	0.405
27	909.35	32.383	3.531	3062.55	2855.12	35.718	0.168
28	852.9	29.371	3.077	3354.55	3335.54	3.072	0.391

b. Spektra IR senyawa 2



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	3557.26	31.06	1.453	406.93	305.43	6.777	0.13
2	3376.74	25.640	0.858	590.24	593.23	14.115	0.152
3	3412.32	26.827	0.258	681.81	821.1	21.206	0.091
4	3293.03	23.427	1.616	723.12	596.33	11.740	0.070
5	2771.25	23.065	0.969	792.77	761.91	16.202	0.197
6	2457.77	26.776	0.718	621.47	806.27	12.344	0.118
7	2410.99	26.647	0.867	673.71	831.33	23.336	0.17
8	2284.21	26.789	1.165	672.39	911.91	11.396	0.082
9	2410.99	30.754	0.204	664.44	839.30	12.19	0.027
10	2457.77	29.653	1.238	1014.99	964.44	26.983	0.283
11	1941.8	26.411	1.458	1035.1	1028.06	14.033	0.245
12	1667.69	26.765	0.822	1093.67	1057.05	18.101	0.11
13	1611.29	26.152	0.154	1103.25	1095.6	5.134	0.012
14	1422.01	25.750	0.622	1133.11	1107.16	16.204	0.092
15	1357.33	28.778	1.678	1165.04	1138.04	16.228	0.205
16	1176.62	24.786	2.33	1182.03	1196.97	14.62	0.056
17	1210.19	26.917	0.917	1233.63	1208.01	11.214	0.056
18	1289.56	25.029	0.222	1344.43	1320.35	60.317	0.232
19	1364.94	30.47	1.213	1410.01	1344.43	33.366	0.634
20	1456.06	27.750	1.259	1447.8	1411.04	18.495	0.294
21	1464.02	24.327	4.904	1518.1	1494.73	39.093	1.857
22	1515.39	29.043	0.254	1517.32	1546.05	15.885	0.127
23	1600.97	25.36	5.255	1629.3	1575.75	20.042	1.722
24	1681.10	27.253	2.615	1716.7	1631.83	43.248	0.704
25	2856.67	35.37	0.27	2870.17	2898.45	29.11	0.067
26	2920.11	32.467	0.775	2953.12	2970.17	39.935	0.345
27	2912.4	32.437	0.994	3026.41	2990.12	34.917	0.325
28	3306.69	32.27	0.078	3495.4	3348.18	10.405	0.005



## Lampiran 6

### Surat identifikasi Tumbuhan *Garcinia tetrandra* Pierre

	<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCES) UPT BALAI KONSERVASI TUMBUHAN KEBUN RAYA PURWODADI Jl. Raya Surabaya - Malang Km. 65 Purwodadi - Pasuruan 67163 Telp. (+62 343) 815033, Faks. (+62 343) 426046 website : <a href="http://www.krpurwodadi.lipi.go.id">http://www.krpurwodadi.lipi.go.id</a></p>	
<hr/>		
<p align="center"><b>SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI</b> <b>No. 52-C/APH.6/HM/II/2017</b></p>		
<p>Kepala UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi dengan ini menerangkan bahwa surat keterangan tanaman yang dibawa oleh :</p>		
<p align="center"><b><u>Enka Dlatuz Zahra, NRP : 1413 100 055</u></b></p>		
<p>Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember, datang di UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi pada tanggal 10 Februari 2017, berdasarkan hasil identifikasi/determinasi spesimen bahan, dan koleksi kebun serta inventur buku, An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in The Purwodadi Botanic Garden, tahun 2013.</p>		
<p>nama ilmiahnya adalah</p>		
Genus	: <i>Garcinia</i>	(No. XVII.2.11.10-10a, 19)
Species	: <i>Garcinia tetrandra</i> Pierre	(No. XVII.2.11.22)
<p>Adapun menurut buku An Integrated System of Classification of Flowering plants, karangan Arthur Cronquist tahun 1981, bagian XVI klasifikasinya adalah</p>		
sebagai berikut		
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>	
Class	: <i>Magnoliopsida</i>	
Subclass	: <i>Dilleniidae</i>	
Ordo	: <i>Passiflorales</i>	
Family	: <i>Clusiaceae</i>	
<p>Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.</p>		
<p align="right">Purwodadi, 17 Februari 2017 An. Kepala Kepala Seksi Ekspansi dan Koleksi Tumbuhan</p>		
<p align="center"> Mudiana, S.Hut, M.Si</p>		

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Faiza Dlatuz Zuhra, biasa dipanggil Faiza. Penulis lahir di Blitar, 13 Desember 1994 dan merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Pendidikan formal yang telah ditempuh oleh penulis yaitu, MI Ma'arif Talok (2001-2007), MTsN 1 Blitar (2007-2010) dan SMAN 1 Blitar (2010-2013). Kemudian penulis mengikuti SNMPTN 2013 dan diterima di departemen Kimia FMIPA ITS Surabaya yang terdaftar dengan NRP. 1413 100 055. Di departemen Kimia ini, penulis mengambil bidang minat Kimia Organik Bahan Alam dibawah bimbingan Prof. Dr. Taslim Ersam. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan yaitu Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMKA) sebagai staff Departemen Kesejahteraan Mahasiswa (2014-2015) dan sebagai sekretaris Departemen Kesejahteraan Mahasiswa (2015-2016). Selain itu, penulis juga telah mengikuti beberapa kegiatan pelatihan diantaranya Pelatihan Karya Tulis Ilmiah (PKTI) pada tahun 2013, pelatihan LKMM Pra-TD HIMKA pada tahun 2013 dan pelatihan ISO 9001:2015 pada tahun 2017. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan memberikan inspirasi untuk kemajuan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang ilmu Kimia. Penulis dapat dihubungi melalui *email* [faizadlatuz@gmail.com](mailto:faizadlatuz@gmail.com).